

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成29年4月6日(2017.4.6)

【公開番号】特開2016-82037(P2016-82037A)

【公開日】平成28年5月16日(2016.5.16)

【年通号数】公開・登録公報2016-029

【出願番号】特願2014-211018(P2014-211018)

【国際特許分類】

H 05 K 9/00 (2006.01)

G 09 F 9/00 (2006.01)

【F I】

H 05 K 9/00 V

G 09 F 9/00 313

G 09 F 9/00 309 A

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月2日(2017.3.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法に係り、詳しくは、発光強度が異なる表示装置の画素配列パターンに重畠されても、表示装置の発光強度に応じてモアレの視認性が改善された画質を提供するメッシュ状配線パターンを持つ導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

表示装置（以下、ディスプレイともいう）の表示ユニット上に設置される導電性フィルムとして、例えばメッシュ状配線パターン（以下、メッシュパターンともいう）を持つ金属細線からなる導電膜を有するタッチパネル用の導電性フィルムや電磁波シールド用の導電性フィルム等が挙げられる。

これらの導電性フィルムでは、メッシュパターンと、ディスプレイの画素配列パターン（例えば、RGBカラーフィルタの配列パターン、もしくはその反転パターンであるブラックマトリックス（Black Matrix：以下、BMともいう）パターンということができる）との干渉によるモアレの視認が問題となるため、モアレが視認されない、もしくは視認され難いメッシュパターンを持つ種々の導電性フィルムが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

本出願人の出願に係る特許文献1に開示の技術では、導電性フィルムの菱形（ダイヤモンド）メッシュパターンの透過率画像データの2次元フーリエ（2DFFT）スペクトル、及びディスプレイの画素配列（BM）パターンの透過率画像データの2次元フーリエ（2DFFT）スペクトルのそれぞれのスペクトルピークのピーク周波数及びピーク強度からそれぞれ算出されるモアレの周波数情報及び強度情報に人間の視覚応答特性を作用させて得られたモアレの周波数及び強度に対し、モアレの周波数が視覚応答特性に応じて定ま

る所定の周波数範囲に入るモアレの強度の和が所定値以下であるメッシュパターンの菱形形状に対して、メッシュパターンを構成する金属細線の幅に応じて不規則性を付与して、モアレの発生を抑止でき、視認性を向上させることができるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-214545号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1では、菱形（ダイヤモンド）メッシュパターンのFFTスペクトルと、ディスプレイのBMパターンのFFTスペクトルと疊み込みを行うことでモアレを定量化し、さらに不規則性を与えることでモアレ視認性の改善を図っている。

しかしながら、特許文献1においては、モアレを予測する際に用いるディスプレイの画素配列パターンを、単に1色の副画素、例えばGチャネルのBMパターンで代表させていいだけで、ディスプレイの明度が入っていないため、ディスプレイのBMパターンのフーリエスペクトルが1色の副画素、例えばGチャネルの空間周波数特性のみに依存する結果となり、ディスプレイが異なる場合、特に、その発光強度が考慮されていないために、その定量値に一貫性がないため、ディスプレイによっては、モアレの発生を十分に抑止できず、視認性の向上を図ることができないという問題があり、異なるディスプレイのモアレの視認性の評価が十分にできないという問題があった。

【0006】

例えば、高解像度スマートフォンにある特定のパターンを適用した場合に視認されるモアレの定量値と、中解像度ノートブックに、ある特定のパターンを適用した場合に視認されるモアレの定量値を、単純に比較することができない。その理由は、各々のディスプレイが異なる発光強度を持っており、発光強度が強ければ視認されるモアレは強く、発光強度が弱ければ視認されるモアレは弱くなるためである。

【0007】

一方、近年、例えば有機ELディスプレイ（OELD:Organic Electro Luminescence Display）の画素に代表されるように、RGBのカラーフィルタの開口形状、即ち副画素の形状は略同一である必要はなく、その位相、即ち繰り返しパターンの位相や周期も任意である（ランダムな）ものが用いられている。このように任意に構成された画素において、ディスプレイの画素にメッシュ状配線パターンを持つ導電性フィルムを積層することで視認されるモアレ視認性は、RGBそれぞれの副画素の配列パターン及びその形状（サイズも含む）について異なるので、ディスプレイの発光強度に依存するものの、各副画素の配列パターンの明度が異なる。しかしながら、特許文献1に開示の技術では、Gの画素配列パターンの空間周波数特性しか考慮していないため、各副画素の配列パターン及び発光強度の異なるディスプレイにおいて、モアレ視認性を正確に評価できず、モアレの視認性を改善することができないという問題があった。

即ち、種々の構成を持つ画素を用い、様々な光強度のディスプレイにおいて、ディスプレイの表示画面に積層される導電性フィルムのモアレ視認性を改善するためには、ディスプレイ依存のRGBの光強度が必要であり、また、RGBそれぞれに対するモアレ視認性を数値化し、それらの数値の全てを考慮する必要があるが、特許文献1では全く考慮していないという問題があった。

【0008】

本発明は、上記従来技術の問題点を解消し、発光強度（明度）が異なる表示ユニット（ディスプレイ）の画素配列パターンに重畠された場合であっても、観察距離によらず、ディスプレイの強度に応じて、モアレの発生を抑止でき、視認性を大幅に向上させることができるランダム性（不規則）を付与したメッシュ状配線パターン（メッシュパターン）を有する導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムのパターンの評価方法

を提供することを目的とする。

本発明は、特に、メッシュパターンを有する透明導電性フィルムをタッチパネル用電極として用いる場合、発光強度の異なる表示装置の表示ユニットのブラックマトリクスに導電性フィルムを重畠して視認する際に、表示ユニットの発光強度を考慮したランダムメッシュパターンを持ち、大きな画質障害となるモアレの発生を抑止でき、タッチパネル上の表示の視認性を大幅に向上させることができる導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムのパターンの評価方法を提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、上記目的に加え、ディスプレイのRGB副画素の開口形状がそれぞれ異なる周波数・強度(形状、サイズ)を持つ場合の導電性フィルムのメッシュパターンの設計においても、発光強度が異なるディスプレイの画素配列パターンとの組み合わせにおいても最良の画質を提供することができるメッシュパターンを持つ導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

##### 【0009】

本発明者らは、上記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、以下のようなことを知見し、本発明に至ったものである。

タッチパネル表示装置の画質改善の為のプロセスを考えると、本出願人の出願に係る特願2014-135273号及び特願2014-137386号明細書に記載しているように、初めに、(ダイヤモンド)メッシュパターン生成、続いて、ディスプレイBMデータ生成(明度込み)、次に、モアレ算出となる。ここで、最初のメッシュパターン生成におけるメッシュパターンが、特定の閾値以下の視認されにくいモアレを生じさせる場合、さらに、視認性を改善する為に、メッシュパターンのフーリエスペクトル強度を下げる必要がある。上記出願では、メッシュのピッチや角度等をランダムにして、メッシュ自体、例えば、セル自体をランダムにすることにより、メッシュパターンのピーク強度を減衰させている。しかしながら、メッシュパターンのピーク強度を下げるためには、メッシュパターンの周期性をわずかに崩せばよいので、メッシュ自体は必ずしもランダムである必要はない。したがって、異なるディスプレイと比較可能なモアレの定量値(評価指標)を算出し、閾値以下を満たすメッシュパターンについて、メッシュをランダムな波線にしてピーク強度を下げてぼかすことにより、視認性に優れたメッシュパターンを提供することができる。

##### 【0010】

すなわち、本発明の第1の態様に係る導電性フィルムは、表示装置の表示ユニット上に設置される導電性フィルムであって、導電性フィルムは、透明基体と、透明基体の両側、若しくは片側に配置される2つの配線部と、を有し、2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、複数の金属細線を有し、2つの配線部の少なくとも一方の配線部の複数の金属細線は、波線で構成されることで不規則性が付与された配線パターンを有し、複数の金属細線又は波線の中心線は、メッシュ状からなる多角形の配線パターンを有することにより、配線部には複数の多角形の開口部が配列されるものであり、表示ユニットは、互いに異なる少なくとも3色の複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素の画素配列パターンで配列されてなり、2つの配線部の配線パターンと表示ユニットの画素配列パターンとが重畠されるように、導電性フィルムが表示ユニットに設置されており、不規則性が付与される前の配線パターンは、少なくとも1視点において、不規則性が付与される前の規則性のある多角形の配線パターンの透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの複数の第1スペクトルピークの第1ピーク周波数及び第1ピーク強度と、複数色の光をそれぞれ点した時の各色の画素配列パターンの明度画像データの2次元フーリエスペクトルの複数の第2スペクトルピークの第2ピーク周波数及び第2ピーク強度とから各色毎に算出されるモアレの周波数及び強度において、表示ユニットの表示解像度に応じて規定される周波数閾値以下の各モアレの周波数におけるモアレの強度の内の第1強度閾値以上のモアレの強度にそれぞれ人間の視覚応答特性を観察距離に応じて作用させて得られた各色のモアレの評価値から算出したモアレの評価指標が評価閾値以下となる多角形の配線パターンであり

、不規則性が付与された配線パターンは、モアレの評価指標が評価閾値以下となる規則性のある多角形の配線パターンを構成する複数の金属細線を、振幅が振幅閾値以下の波線で構成した波線化配線パターンであることを特徴とする。

#### 【0011】

また、上記目的を達成するために、本発明の第2の態様に係る表示装置は、互いに異なる複数色の光を射出する複数の副画素を備える画素が一方の方向及び一方の方向に垂直な方向に繰り返される画素配列パターンで配列されてなる表示ユニットと、この表示ユニットの上に設置される、本発明の第1の態様に係る導電性フィルムとを備えることを特徴とする。

#### 【0012】

また、上記目的を達成するために、本発明の第3の態様に係る導電性フィルムの評価方法は、表示装置の表示ユニット上に設置され、透明基体の両側、若しくは片側に配置される2つの配線部を有する導電性フィルムの評価方法であって、2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、複数の金属細線を有し、2つの配線部の少なくとも一方の配線部の複数の金属細線は、波線で構成されることで不規則性が付与された配線パターンを有し、複数の金属細線又は波線の中心線は、メッシュ状からなる多角形の配線パターンを有することにより、配線部には複数の多角形の開口部が配列されるものであり、表示ユニットは、互いに異なる少なくとも3色の複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素の画素配列パターンで配列されてなり、2つの配線部の配線パターンと表示ユニットの画素配列パターンとが重畠されるように、導電性フィルムが表示ユニットに設置されており、少なくとも1視点において、不規則性が付与される前の規則性のある多角形の配線パターンの透過率画像データ及び表示ユニットの複数色の光をそれぞれ点灯した時の各色の画素配列パターンの明度画像データを取得し、規則性のある多角形の配線パターンの透過率画像データ及び画素配列パターンの明度画像データに対して2次元フーリエ変換を行い、規則性のある多角形の配線パターンの透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの複数の第1スペクトルピークの第1ピーク周波数及び第1ピーク強度と、各色毎に、複数色の各色の画素配列パターンの明度画像データの2次元フーリエスペクトルの複数の第2スペクトルピークの第2ピーク周波数及び第2ピーク強度とを算出し、こうして算出された配線パターンの第1ピーク周波数及び第1ピーク強度と、複数色のそれぞれの副画素配列パターンの第2ピーク周波数及び第2ピーク強度とからそれぞれ複数色の各色のモアレの周波数及び強度を算出し、こうして算出された各色のモアレの周波数及び強度の中から、表示ユニットの表示解像度に応じて規定される周波数閾値以下の周波数及び第1強度閾値以上の強度を持つモアレを選び出し、こうして選び出されたそれぞれの各色のモアレの周波数におけるモアレの強度に人間の視覚応答特性を観察距離に応じて作用させてそれぞれ各色のモアレの評価値を得、こうして得られた各色毎のモアレの評価値からモアレの評価指標を算出し、こうして算出されたモアレの評価指標が所定値以下である規則性のある多角形の配線パターンを得、得られたモアレの評価指標が所定値以下である規則性のある多角形の配線パターンを構成する複数の金属細線を振幅が振幅閾値以下の波線で構成した波線化配線パターンを持つ導電性フィルムを評価することを特徴とする。

#### 【0013】

上記第1～第3の態様のいずれか1つの態様において、波線化配線パターンの不規則性は、複数の金属細線を構成する波線の振幅、波長及び位相によって与えられることが好ましい。

また、評価閾値は、-3.00であり、振幅閾値は、規則性のある多角形の配線パターンのピッチの20%であることが好ましく、振幅の範囲は、2.0%以上20%以下であることがより好ましい。

また、多角形は、菱形であることが好ましい。

#### 【0014】

また、各色の画素配列パターンの明度画像データは、複数色の光をそれぞれ単独で点灯した時に表示ユニットの表示画面に表示された各色の画素配列パターンの画像を撮像して

得られた当該色の撮像画像データを明度値に変換することによって得られた明度画像データを規格化した規格化明度データであることが好ましい。

また、表示ユニットの表示画面に表示された各色の画素配列パターンの画像は、複数色の光を各色毎に設定可能な最大強度で単独で点灯した時に表示ユニットに表示されたものであることが好ましい。

また、複数色が、赤、緑及び青の3色である時、赤、緑及び青の各色の画素配列パターンの画像の撮像画像データは、マクベスチャートの白にホワイトバランス調整して撮像された画像データであることが好ましい。

#### 【0015】

また、複数色の各色の画素配列パターンの画像の明度画像データは、表示ユニットにおいて複数色の各色の光を単独で点灯した時に、表示ユニットの表示画面に表示された当該色の画素配列パターンの画像をマイクロスコープで撮像した撮像画像データから作成したマスク画像に対して、計測された明度値を表示ユニットの解像度とマスク画像の値を持つ面積との積で規格化した明度データを与えることにより得られたものであり、明度画像データは、基準となる表示装置の表示ユニットの明度が1.0となるように規格化されたものであることが好ましい。

また、複数色が、赤、緑及び青の3色である時、計測された明度値は、赤、緑及び青の各色を単独で表示させてスペクトロメータで計測して取得された、赤、緑及び青の各色の分光スペクトルデータから求められた明度値であり、マスク画像は、マイクロスコープで撮像された撮像画像データを2値化した画像であることが好ましい。

#### 【0016】

また、2つの配線部は、透明基体の両側の面にそれぞれ形成されることが好ましい。

または、透明基体を第1の透明基体とする時、さらに、第1の透明基体と異なる第2の透明基体を有し、2つの配線部の一方の配線部は、第1の透明基体の一方の面に形成され、2つの配線部の他方の配線部は、第1の透明基体の他方の面側であって、第2の透明基体の一方の面に形成されることが好ましい。

または、2つの配線部は、透明基体の片側に絶縁層を介してそれぞれ形成されることが好ましい。

#### 【0017】

また、2つの配線部の複数の金属細線は、いずれも波線化配線パターンを構成するものであることが好ましい。

または、2つの配線部の一方の配線部の複数の金属細線は、波線化配線パターンを構成するものであり、かつ他方の配線部の複数の金属細線は、モアレの評価指標が評価閾値以下となる規則性のある多角形の配線パターンを構成するものであることが好ましい。

または、2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、電極部と非電極部とを備え、電極部及び非電極部の一方の複数の金属細線は、波線化配線パターンを構成するものであり、かつ電極部及び非電極部の他方の複数の金属細線は、モアレの評価指標が評価閾値以下となる規則性のある多角形の配線パターンを構成するものであることが好ましい。

また、2つの配線部の一方の配線部の複数の金属細線は、波線化配線パターンを構成するものであり、かつ他方の配線部は、酸化インジウムスズで構成されるものであることが好ましい。

#### 【0018】

また、複数の第1スペクトルピークは、配線パターンの透過率画像データを、2次元フーリエ変換して得られた複数のスペクトルピークから選択された第1の閾値以上のピーク強度を有するものであり、複数色のそれぞれについて、複数の第2スペクトルピークは、画素配列パターンの明度画像データを、2次元フーリエ変換して得られた複数のスペクトルピークから選択された第2の閾値以上のピーク強度を有するものであることが好ましい。

また、各色に対応するモアレの周波数は、第1ピーク周波数と各色に対応する第2ピーク周波数との差として与えられ、各色に対応するモアレの強度は、第1ピーク強度と各色

に対応する第2ピーク強度との積として与えられることが好ましい。

#### 【0019】

また、モアレの評価値は、モアレの周波数及び強度に、視覚応答特性として観察距離に応じた視覚伝達関数を畳み込み積分で重み付けを行うことによって求められることが好ましい。

また、視覚伝達関数VTFは、下記式(1)で与えられることが好ましい。

$$\begin{aligned} VTF &= 5 \cdot 05 e^{-0.138k} (1 - e^{0.1k}) & \dots (1) \\ k &= du / 180 \end{aligned}$$

ここで、kは、立体角で定義される空間周波数(cycle/deg)であり、上記式(1)で表され、uは、長さで定義される空間周波数(cycle/mm)であり、dは、観察距離(mm)で定義される。

また、モアレの評価指標は、各色について、1つのモアレの周波数に対して、観察距離に応じて重み付けされた複数のモアレの定量値の中の最も大きい定量値を用いて算出されることが好ましい。

また、モアレの評価指標は、各色毎に、1つのモアレの周波数に対して選択された最も大きい評価値を全てのモアレの周波数について合算した複数の色の合算値の中で最も大きい合算値であることが好ましい。

#### 【0020】

また、第1の強度閾値は、常用対数で-4.5であり、周波数閾値は、表示ユニットの解像度で得られる空間周波数であり、視覚応答特性を作用させるために選択されるモアレは、モアレの強度が-3.8以上の強度を持つモアレであることが好ましい。

また、表示ユニットの解像度で得られる空間周波数は、表示ユニットの表示画素ピッチをPd μmとする時、1000/Pd cycle/mmで与えられるモアレの最高周波数であることが好ましい。

また、評価値は、正面観察及び斜め観察の少なくとも2視点において、複数色の各色毎に得られるものであり、評価指標は、得られた少なくとも2視点における各色の評価値の中で最も大きな評価値であることが好ましい。

また、画素配列パターンは、ブラックマトリックスパターンであることが好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

以上説明したように、本発明によれば、発光強度(明度)が異なる表示ユニット(ディスプレイ)の画素配列パターンに重畠された場合であっても、観察距離によらず、ディスプレイの強度に応じたランダム性(不規則)を付与したメッシュ状配線パターン(メッシュパターン)を有する導電性フィルムとすることにより、モアレの発生を抑止でき、視認性を大幅に向上させることができる。

特に、本発明によれば、メッシュパターンを有する透明導電性フィルムをタッチパネル用電極として用いる場合、発光強度の異なる表示装置の表示ユニットのブラックマトリックスに導電性フィルムを重畠して視認する際に、表示ユニットの発光強度を考慮したランダムメッシュパターンを持ち、大きな画質障害となるモアレの発生を抑止でき、タッチパネル上の表示の視認性を大幅に向上させることができる。

また、本発明によれば、上記効果に加え、ディスプレイのRGB副画素の開口形状がそれぞれ異なる周波数・強度(形状、サイズ)を持つ場合の導電性フィルムのメッシュパターンの設計においても、発光強度が異なるディスプレイの画素配列パターンとの組み合わせにおいても最良の画質を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0022】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る導電性フィルムの一例を模式的に示す部分断面図である。

【図2】図1に示す導電性フィルムの配線部の金属細線を波線化した波線化配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図3】図2に示す配線パターンの金属細線を波線化する前の規則性のある菱形の配線パターンを模式的に示す平面図である。

【図4】図1に示す導電性フィルムの配線部の波線化配線パターンを構成する金属細線の波線を説明するための説明図である。

【図5】(A)及び(B)は、それぞれ図1に示す導電性フィルム及び本発明の他の実施形態に係る導電性フィルムの上側及び下側の配線部の配線パターンの重なりによる合成配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図6】本発明の他の実施形態に係る導電性フィルムの上側の配線部の配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る導電性フィルムの一例の模式的部分断面図である。

【図8】本発明の第3の実施形態に係る導電性フィルムの一例の模式的部分断面図である。

【図9】本発明に係る導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を表す概略説明図である。

【図10】図1に示す導電性フィルムを組み込んだ表示装置の一実施例の概略断面図である。

【図11】(A)は、図3に示すメッシュ配線パターンの構造の一例を示す模式図であり、(B)は、図9に示す表示ユニットの画素配列パターンの構造の一例を示す模式図であり、(C)は、本発明におけるメッシュ配線パターンの透過率(T)のグラフの一例であり、(D)は、表示ユニットの代表副画素の強度(I)のグラフの一例であり、(E)及び(F)は、それぞれ従来技術におけるメッシュ配線パターン及び表示ユニットの代表副画素の透過率(T)のグラフの一例である。

【図12】(A)及び(B)は、それぞれ本発明に係る導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を表す概略説明図であり、(B)は、(A)の画素配列パターンの部分拡大図である。

【図13】(A)～(C)は、それぞれ本発明に適用される3つの副画素の形及び周期の少なくとも1つが異なる画素配列パターンの構成単位の一例を示す概略説明図である。

【図14】(A)及び(B)は、それぞれ図9に示す表示ユニットの画素配列パターンの画素中の3つの副画素の強度のばらつきの一例を模式的に示す説明図である。

【図15】(A)～(F)は、それぞれ解像度、及び形状が異なる表示ユニットの画素配列パターンの代表副画素の $2 \times 2$ 画素の繰り返し単位の一例を示す模式図である。

【図16】本発明に係る導電性フィルムの配線評価方法の一例を示すフローチャートである。

【図17】本発明の導電性フィルムの評価方法のディスプレイBIMデータの作成方法の詳細の一例を示すフローチャートである。

【図18】本発明に係る導電性フィルムが適用される表示ユニットのG副画素の撮像画像の一例を示す模式図、G副画素の分光スペクトルの一例を示すグラフ、及び $2 \times 2$ 画素のインプットデータの一例を示す模式図である。

【図19】本発明に適用されるXYZ等色関数の一例を示すグラフである。

【図20】(A)及び(B)は、それぞれ図15(A)に示す画素配列パターン及び図1に示す配線パターンの各透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの強度特性を示す図である。

【図21】図15(A)に示す表示ユニットの画素配列パターンの周波数ピーク位置を示すグラフである。

【図22】(A)は、入力パターン画像の周波数ピーク位置を説明するグラフであり、(B)は、周波数ピーク位置のピーク強度の算出を説明するグラフである。

【図23】(A)及び(B)は、それぞれ2次元フーリエスペクトルの強度特性の一例を曲線で表すグラフ及び棒で表す棒グラフである。

【図24】図15(A)に示すに示す画素配列パターンと図1に示す配線パターンとの干

涉によって発生するモアレ周波数及びモアレの強度を模式的に表わす概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に、本発明に係る導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法を添付の図面に示す好適な実施形態を参照して詳細に説明する。

以下では、本発明に係る導電性フィルムについて、タッチパネル用の導電性フィルムを代表例として説明する。本発明は、これに限定されず、透明基体の両側に配置される、もしくは片側に絶縁層を介して配置される配線パターンの内、少なくとも一方が、不規則性が付与された所定形状のセル（開口部）からなる波線化配線パターンを持つ配線部を有するものであり、表示装置の様々な発光強度の表示ユニット上に設置される導電性フィルムであれば、どのようなものでも良い。例えば、電磁波シールド用の導電性フィルム等であっても良いのはもちろんである。本発明において、所定形状のセルは、金属細線の波線の中心線が多角形となるセルであり、波線化配線パターンは、波線の形状の金属細線によって構成されることで不規則性が付与される。

なお、本発明に係る導電性フィルムが重畠される表示装置の表示ユニットとしては、特に制限的ではないが、例えば、液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）、プラズマディスプレイ（PDP：Plasma Display Panel）、有機エレクトロルミネッセンス（有機EL）（OEL：Organic Electro-Luminescence）を利用した有機EL（発光）ダイオード（OLED：Organic Light Emitting Diode）や有機ELディスプレイ（OLED：Organic Electro-Luminescence Display）、無機EL（Electro-Luminescence）ディスプレイ、電子ペーパ等を挙げることができる。

【0024】

なお、詳細は後述するが、本発明の導電性フィルムの重畠される表示装置の表示ユニット（以下、ディスプレイともいう）は、互いに異なる少なくとも3色、例えば、赤、緑及び青の3色を含む複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素の画素配列パターン（以下、BMパターンともいう）で配列されてなり、その発光強度（輝度）による各副画素（カラーフィルタ）の輝度（明度）を、導電性フィルムの重畠によるモアレの視認性の評価において考慮できるものであれば、特に制限的ではない。上記表示ユニットは、例えば、従来のように、副画素（カラーフィルタ）の繰り返し周期及び強度（形状、サイズ）、即ち副画素配列パターン（副画素の形状及びサイズ、周期）がRGB等の複数色において全て同じであり、G副画素で代表させることができるBMパターンを持つ表示ユニットであっても良い。また、上記表示ユニットは、前述したOLEDのように、複数色において全て同じでない、即ち、少なくとも2つの色について異なる副画素配列パターンを含むBMパターンを持つ表示ユニットであっても良い。

また、本発明の対象となる表示装置のディスプレイは、高解像度スマートフォンやタブレット端末等のように、発光強度の高いディスプレイであっても良いし、低解像度のデスクトップパソコンやテレビ（TV）等のように、発光強度の低いディスプレイであっても良いし、中解像度ノートブック等のように、発光強度の中程度のディスプレイであっても良い。

【0025】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る導電性フィルムの一例を模式的に示す部分断面図であり、図2は、それぞれ、図1に示す導電性フィルムの配線部の配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

これらの図に示すように、本実施形態の導電性フィルム10は、表示装置の表示ユニット上に設置されるもので、表示ユニットのブラックマトリックス（BM：Black Matrix）に対してモアレの発生の抑止の点で優れた配線パターン、特に、BMパターンに重畠した際にBMパターンに対してモアレの視認性の点で最適化された配線パターンを持つ導電性フィルムであり、透明基体12と、透明基体10の一方の面（図1中上側の面）に形成され、複数の金属製の細線（以下、金属細線という）14からなり、第1電極部となる第1配線部16aと、第1配線部16aの略全面に、金属細線14を被覆するように、第1接

着層 18 a を介して接着された第 1 保護層 20 a と、透明基体 10 の他方の面（図 1 中下側の面）に形成され、複数の金属製の細線 14 からなり、第 2 電極部となる第 2 配線部（電極）16 b と、第 2 配線部 16 b の略全面に第 2 接着層 18 b を介して接着された第 2 保護層 20 b とを有する。

なお、以下では、第 1 配線部 16 a 及び第 2 配線部 16 b を総称する際には単に配線部 16 といい、第 1 接着層 18 a 及び第 2 接着層 18 b を総称する際には単に接着層 18 といい、第 1 保護層 20 a 及び第 2 保護層 20 b を総称する際には単に保護層 20 という。

#### 【0026】

透明基体 12 は、絶縁性を有し、かつ透光性が高い材料からなり、例えば、樹脂、ガラス、シリコン等の材料を挙げることができる。樹脂としては、例えば、P E T (Polyethylene Terephthalate)、P M M A (Polymethyl methacrylate)、P P (polypropylene)、P S (polystyrene) 等が挙げられる。

金属細線 14 は、波線の形状をなし、導電性の高い金属製の細線であれば特に制限的ではなく、例えば、金（A u）、銀（A g）又は銅（C u）の線材等からなるものを挙げができる。金属細線 14 の線幅は、視認性の点からは細い方が好ましいが、例えば、30 μm 以下であれば良い。なお、タッチパネル用途では、金属細線 14 の線幅は 0.1 μm 以上 15 μm 以下が好ましく、1 μm 以上 9 μm 以下がより好ましく、2 μm 以上 7 μm 以下がさらに好ましい。

#### 【0027】

配線部 16（16 a, 16 b）は、メッシュ状に配列した波線形状のメッシュ配線 21（21 a, 21 b）によって形成される配線パターン 24（24 a, 24 b）を持つ波線形状の複数の金属細線 14 を有する。配線パターン 24（24 a, 24 b）は、詳細には、図 2 に示すように、複数の金属細線 14 同士を互いに交差させて形成された所定の形状の開口部（セル）22（22 a, 22 b）が配列されたメッシュパターンである。

配線部 16（16 a 及び 16 b）は、図 2 に示すように、波線形状の金属細線 14 と、隣接する金属細線 14 間の開口部（セル）22（22 a 及び 22 b）によるメッシュ形状の配線パターン 24（24 a 及び 24 b）とを有する配線層 28（28 a 及び 28 b）からなる。配線パターン 24 a 及び 24 b は、多角形、図示例では菱形の形状となる開口部を構成する複数の金属細線を波線化することによって不規則性が付与された配線パターン、即ち金属細線の波線化によってランダム化されたランダムパターン 25 a である。このランダムパターン 25 a は、波線形状の金属細線 14 の波線の中心線が多角形、図示例では菱形の形状となる開口部 22 が、金属細線 14 が交差する所定の 2 方向に連続して繋がった配線パターンである。

#### 【0028】

なお、図 1 に示す例においては、配線パターン 24 は、配線パターン 24 a 及び 24 b として、図 2 に示すように、配線パターン 24 は、金属細線 14 を波線化することにより隣接する複数の開口部 22 のメッシュ形状に不規則性が付与された配線パターン、いわゆるランダムパターン 25 a を有するものである。

図 2 に示す不規則性が付与された配線パターン（ランダムパターン）25 a は、図 3 に示すような、同一形状の菱形の開口部 22 c が複数個規則的に繰り返される規則性のある菱形の配線パターン、いわゆる定型パターン 25 b を構成する金属細線 14 を波線形状にすることによりぼかして、メッシュに対して所定範囲の不規則性（ランダム性）を付与したものである。ここで、図 3 に示す規則性のある菱形の定型パターン 25 b は、後述するように、定型パターン 25 b を有する導電性フィルム 10 を表示ユニット 30 のブラックマトリクス（B M）パターン 38（図 9、図 12 等参照）に重畠によるモアレの視認性の評価においてモアレの評価値から算出したモアレの評価指標が評価閾値以下となる定型パターンである。なお、モアレの視認性とは、本明細書では、モアレが視認できない程度を表す。

導電性フィルム 10 の配線パターン 24 を、このように、メッシュを波線にしてランダム性を付与したランダムパターン 25 a とすることにより、モアレの強度を減衰させること

とができる。

#### 【0029】

ここで、ランダムパターン25aにおいては、メッシュ配線21は、図4に示すような波線形状の金属細線14によって構成される。なお、図4には、波線の説明のため、一方に延びる金属細線14の2本の波線L1及びL2を示す。このような図4に示す波線L1及びL2は、図3に示す規則性のある菱形の定型パターン25bの金属細線14の直線L1及びL2を波線形状に変形させたものであり、図2に示すランダムパターン25aの金属細線14の波線L1及びL2をその延在方向に位相差を与えて並べたものということができる。

図4に示すように、波線L1及びL2は、三角関数、例えば正弦波で表す、又は近似することができる。

本発明で、振幅をA<sub>0</sub>、波長をλ、位相をφで定義すると、図4に示す波線において、例えば、波線L1を基準にして、正弦波で表すと、波線L1は、 $Y = A_0 \sin(2\pi f x + \phi)$ で表すことができ、波線L2は、位相が $\phi + \pi$ であるので、 $Y = A_0 \sin\{\pi(x - \lambda/2)\}$ で表すことができる。

ここで、振幅A<sub>0</sub>は、正弦波の係数に相当する。また、波長λは、周期の長さに相当する。また、位相φは、隣り合う波線L1とL2との間の描画開始点のずれ（シフト）量に相当する。

#### 【0030】

このように表される金属細線14の波線のランダム性（不規則性）は、図3に示す規則性のある菱形の定型パターン25bのピッチpに対する振幅A<sub>0</sub>、波長λ、及び位相φの割合（百分率%）で定義することができる。例えば100μmのダイヤモンドメッシュパターンに、波長λ、位相（線毎）、振幅（波長毎）A<sub>0</sub>、それぞれに10%のランダム性を付与した場合は、それぞれ、90~110μm、90~110μm、0~10μmの範囲で変化する。

本発明においては、図3に示す規則性のある菱形の定型パターン25bに対して金属細線14を波線化して得られたランダムパターン25aは、そのランダム性が、波線の振幅A<sub>0</sub>において、振幅閾値以下、好ましくは20%以下、より好ましくは2.0%以上20%以下であることを満足する必要がある。このランダム性を満足するランダムパターン25aを有する導電性フィルム10は、表示ユニット30のBMパターン38（図9、図12等参照）に重畠した際に、モアレが視認されないモアレの視認性に優れたものであるといふことができる。

なお、本発明においては、波線のランダム性は、上述した範囲を満足するものであれば、特に制限的ではなく、いかなるものであっても良い。

#### 【0031】

なお、詳細は、後述するが、本発明の導電性フィルム10は、上側及び下側の配線パターン24a及び24bの合成配線パターン24とした時に、表示ユニットのBMパターンの所定の明度（明度画像データ）に対してモアレ視認性の点で最適化された規則的な菱形の配線パターンの菱形形状に対して角度に不規則性を付与（ランダム化）した波線化配線パターンを持つものである。なお、本発明では、所定の明度のBMパターンに対してモアレ視認性の点で最適化された菱形の配線パターンとは、合成配線パターン24とした時に、所定の明度のBMパターンに対してモアレが人間の視覚に知覚されない1又は2以上の1群の菱形の配線パターンを言う。

したがって、配線パターン25bは、合成配線パターン24とした時に、表示ユニットのBMパターンの所定の明度（明度画像データ）に対してモアレ視認性の点で最適化された菱形の配線パターンである。

#### 【0032】

この配線パターン25bは、その透過率画像データが上側及び下側の配線パターン24a及び24bとして重ねあわされた合成配線パターン24の合成画像データと、ディスプレイの複数色の光をそれぞれ点灯した時の各色のBMパターンの明度画像データと、から

求められるモアレの評価指標が所定評価閾値以下、好ましくは常用対数で -3.00 以下となる菱形の配線パターンである。配線パターン 25b は、それ自体で、所定発光強度のディスプレイの表示画面に重畳して、十分にモアレの発生を抑制でき、視認性を向上させることができる、表示ユニットの所定の明度の BM パターンに対してモアレ視認性の点で最適化された菱形の配線パターンであるといふことができる。

なお、図 3 に示す配線部 16c は、金属細線 14 と、隣接する金属細線 14 間の開口部（セル）22c によるメッシュ形状の配線パターン 25b とを有する配線層 28c からなる。

### 【0033】

本発明では、このように最適化された配線（メッシュ）パターンに対して波線化による所定の不規則性を付与することで、ロバストな配線パターンを生成することができる。

本発明において、表示ユニットの所定の明度の BM パターンに対してモアレ視認性の点で最適化された菱形の配線パターンに対して所定のランダム性を付与する理由は、最適化されたものは既に画質は良好であるが、ランダム性を付与することにより、さらなる画質の改善を図ることができるからである。

また、このような最適化された配線（メッシュ）パターン 25b には、開口部 22c を構成する金属細線 14 の辺（メッシュ配線 21c）に断線（ブレーク）が入っていてもよい。このようなブレークのあるメッシュ状配線パターンの形状としては、本出願人の出願に係る特願 2012-276175 号明細書に記載の導電性フィルムのメッシュ状配線パターンの形状を適用することができる。

### 【0034】

図 1 に示す実施の形態の導電性フィルム 10 では、図 1 中、透明基体 12 の上側（観察側）の第 1 配線部 16a の複数の金属細線 14 も、下側（ディスプレイ側）の第 2 配線部 16b の複数の金属細線 14 も、図 2 に示す不規則性が付与された配線パターン 25a をそれぞれ配線パターン 24a 及び 24b として有し、図 5(A) に示すように、上下の不規則性が付与された配線パターン 24a 及び 24b の重ね合わせによる不規則性が付与された合成配線パターン 24 を構成する。なお、図 5(A) 及び (B) では、理解しやすいように、上側の配線パターン 24a を構成する複数の金属細線 14 を太線で、下側の配線パターン 24b を構成する複数の金属細線 14 を細線で示しているが、太線及び細線の幅は、金属細線 14 の線幅を表すものではないことは勿論であり、同じであっても、異なっていても良い。

### 【0035】

即ち、図 1 に示す例では、第 1 及び第 2 の配線部 16a 及び 16b を、共に、図 2 に示すような不規則性が付与された配線パターンを持つ複数の金属細線で構成しているが、本発明はこれに限定されず、いずれか一方の配線部 16 の少なくとも一部に図 2 に示す不規則性が付与された配線パターン 25a を持つ複数の金属細線を有していればよい。

このように、導電性フィルムの上側又は下側の配線部 16（配線部 16a 又は 16b）の全部又は一部の金属細線を不規則性が付与（ランダム化）された配線パターン 25a で構成することにより、両配線部 16 の配線パターンの重ね合わせによって合成されたメッシュ状配線パターンをランダム化して、メッシュ状配線パターンを透過してくる光をランダムにすることができ、規則性のある配線パターンとディスプレイの干渉によるモアレ視認性を改善することができる。

例えば、図 5(B) に示すように、第 1 及び第 2 の配線部 16a 及び 16b を、異なる配線パターンを持つ複数の金属細線で構成しても良い。図 5(B) に示す例では、透明基体 12 の上側の第 1 配線部 16a を、図 2 に示す不規則性が付与された配線パターン 25a を持つ複数の金属細線 14 で構成し、透明基体 12 の下側の第 2 配線部 16b を、図 3 に示す規則的な配線パターン 25b を持つ複数の金属細線 14 で構成しているが、逆に、第 1 配線部 16a を図 3 に示す規則的な配線パターン 25b を持つ、第 2 配線部 16b を不規則性が付与された配線パターン 25a を持つ複数の金属細線 14 で構成しても良い。こうして、不規則性が付与された配線パターン 25a と規則的な配線パターン 25b との

重ね合わせによる合成配線パターンに不規則性を付与することができる。

#### 【0036】

又は、図6に示すように、第1及び第2の配線部16a及び16bの少なくとも一方の複数の金属細線14を、上述したように、断線(ブレーク)によって、配線層28を構成する電極部17と、ダミー電極部(非電極部)26とに分断し、電極部17及びダミー電極部26のいずれか一方を、図2に示す不規則性が付与された配線パターン25aを持つ複数の金属細線14で構成し、他方を、図3に示す規則的な配線パターン25bを持つ複数の金属細線14で構成して、後述する図7に示すような本発明の第2の実施形態の導電性フィルム11のような形態としても良い。こうして、不規則性が付与された配線パターン25a及び規則的な配線パターン25bの組み合わせと、配線パターン25a又は配線パターン25bとの重ね合わせによる合成配線パターン、又は不規則性が付与された配線パターン25a及び規則的な配線パターン25bの組み合わせ同士の重ね合わせによる合成配線パターンに不規則性を付与することができる。

なお、図6においては、透明基体12の上側の第1配線部16aを断線(ブレーク)によって電極部17aと、その両側の2つのダミー電極部26に分断し、2つのダミー電極部26を図2に示す不規則性が付与された配線パターン25aを持つ複数の金属細線14で構成し、電極部17aを、図3に示す規則的な配線パターン25bを持つ複数の金属細線14で構成しているが、逆でも良いのはもちろんである。

#### 【0037】

なお、図5(A)、(B)及び図6等に示す例においては、第1配線部16a及び第2配線部16bの両方を複数の金属細線14で構成しているが、本発明は、これに限定されず、一方の配線部を、複数の金属細線14の代わりに、ITO(Indium Tin Oxide:酸化インジウムスズ(スズドープ酸化インジウム))等の透明導電膜によるパターン化された配線で構成しても良い。

例えば、図5(B)に示す例やその逆の例などにおいては、第1配線部16a及び第2配線部16bの一方の規則的な配線パターン25bを持つ複数の金属細線14の代わりに、ITOによるパターン化された配線を用いても良い。

また、図6に示すように、第1配線部16a及び第2配線部16bの一方が、断線(ブレーク)によって電極部17aとその両側の2つのダミー電極部26に分断され、電極部17a及びダミー電極部26の一方がランダム化された配線パターンを持つ複数の金属細線14で構成されている場合には、他方の配線部を構成する複数の金属細線14の代わりに、ITOによるパターン化された配線を用いても良い。

なお、図7に示す本発明の第2の実施形態の導電性フィルム11の構造については、後述する。

#### 【0038】

上述したように、第1保護層20aは、第1配線部16aの金属細線14を被覆するように、第1接着層18aによって第1配線部16aからなる配線層28aの略全面に接着されている。また、第2保護層20bは、第2配線部16bの金属細線14を被覆するように、第2接着層18bによって第2配線部16bからなる配線層28bの略全面に接着されている。

ここで、接着層18(第1接着層18a及び第2接着層18b)の材料としては、ウェットラミネート接着剤、ドライラミネート接着剤、又はホットメルト接着剤等が挙げられるが、第1接着層18aの材質と第2接着層18bの材質とは、同一であってもよいし、異なってもよい。

また、保護層20(第1保護層20a及び第2保護層20b)は、透明基体12と同様に、樹脂、ガラス、シリコンを含む透光性が高い材料からなるが、第1保護層20aの材質と第2保護層20bの材質とは、同一であってもよいし、異なってもよい。

#### 【0039】

第1保護層20aの屈折率n1及び第2保護層20bの屈折率n2は、いずれも、透明基体12の屈折率n0に等しいか、これに近い値であるのが好ましい。この場合、第1保

護層 20 a に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_r 1$  及び第 2 保護層 20 b に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_r 2$  は、共に 1 に近い値となる。

ここで、本明細書における屈折率は、波長 589.3 nm (ナトリウムの D 線) の光における屈折率を意味し、例えば樹脂では、国際標準規格である ISO 14782:1999 (JIS K 7105 に対応) で定義される。また、第 1 保護層 20 a に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_r 1$  は、 $n_r 1 = (n_1 / n_0)$  で定義され、第 2 保護層 20 b に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_r 2$  は、 $n_r 2 = (n_2 / n_0)$  で定義される。

ここで、相対屈折率  $n_r 1$  及び相対屈折率  $n_r 2$  は、0.86 以上 1.15 以下の範囲にあればよく、より好ましくは、0.91 以上 1.08 以下である。

なお、相対屈折率  $n_r 1$  及び相対屈折率  $n_r 2$  の範囲をこの範囲に限定して、透明基体 12 と保護層 20 (20 a, 20 b) との部材間の光の透過率を制御することにより、モアレの視認性をより向上させ、改善することができる。

#### 【0040】

図 1 に示す実施の形態の導電性フィルム 10 では、透明基体 12 の上側及び下側の両側の配線部 16 (16 a 及び 16 b) は、いずれも複数の金属細線 14 を備える電極部となっているが、本発明はこれに限定されず、第 1 及び第 2 配線部 16 a 及び 16 b の少なくとも一方を電極部と非電極部 (ダミー電極部) とによって構成しても良い。

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る導電性フィルムの一例を示す模式的部分断面図である。なお、図 7 に示す本第 2 の実施形態の導電性フィルムの配線パターンの平面図は、図 2 又は図 3 に示す配線パターンの平面図と同様であるのでここでは省略する。

#### 【0041】

同図に示すように、本第 2 の実施形態の導電性フィルム 11 は、透明基体 12 の一方 (図 7 の上側) の面に形成された第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 からなる第 1 配線部 16 a と、透明基体 12 の他方 (図 7 の下側) の面に形成された第 2 電極部 17 b からなる第 2 配線部 16 b と、第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 からなる第 1 配線部 16 a の略全面に第 1 接着層 18 a を介して接着された第 1 保護層 20 a と、第 2 電極部 17 b からなる第 2 配線部 16 b の略全面に第 2 接着層 18 b を介して接着された第 2 保護層 20 b とを有する。

#### 【0042】

導電性フィルム 11 においては、第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 は、それぞれ複数の金属細線 14 からなり、共に、透明基体 12 の一方 (図 7 の上側) の面に配線層 28 a として形成され、第 2 電極部 17 b は、複数の金属細線 14 からなり、透明基体 12 の他方 (図 7 下側) の面に配線層 28 b として形成されている。ここで、ダミー電極部 26 は、第 1 電極部 17 a と同様に、透明基体 12 の一方 (図 7 の上側) の面に形成されるが、図示例のように、他方 (図 7 の下側) の面に形成された第 2 電極部 17 b の複数の金属細線 14 に対応する位置に同様に配列された複数の金属細線 14 からなる。

#### 【0043】

ダミー電極部 26 は、第 1 電極部 17 a と所定間隔だけ離間して配置されており、第 1 電極部 17 a と電気的に絶縁された状態下にある。

本実施形態の導電性フィルム 11 においては、透明基体 12 の一方 (図 7 の上側) の面にも、透明基体 12 の他方 (図 7 の下側) の面に形成されている第 2 電極部 17 b の複数の金属細線 14 に対応する複数の金属細線 14 からなるダミー電極部 26 を形成しているので、透明基体 12 の一方 (図 7 の上側) の面での金属細線による散乱を制御することができ、電極視認性を改善することができる。

#### 【0044】

ここで、配線層 28 a の第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 は、金属細線 14 と開口部 22 によるメッシュ状の配線パターン 24 a とを有する。また、配線層 28 b の第 2 電極部 17 b は、第 1 電極部 17 a と同様に、金属細線 14 と開口部 22 によるメッシュ状の配線パターン 24 b を有する。上述したように、透明基体 12 は絶縁性材料からなり、第 2 電極部 17 b は、第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 と電気的に絶縁された状

態下にある。

なお、第1、第2電極部17a、17b及びダミー電極部26は、それぞれ図1に示す導電性フィルム10の配線部16と同様の材料で同様に形成することができる。

#### 【0045】

なお、第1保護層20aは、第1配線部16aの第1電極部17a及びダミー電極部26のそれぞれの金属細線14を被覆するように、第1接着層18aによって第1電極部17a及びダミー電極部26からなる配線層28aの略全面に接着されている。

また、第2保護層20bは、第2配線部16bの第2電極部17bの金属細線14を被覆するように、第2接着層18bによって第2電極部17bからなる配線層28bの略全面に接着されている。

なお、図7に示す導電性フィルム11の第1及び第2接着層18a及び18b、並びに第1及び第2保護層20a及び20bは、図1に示す導電性フィルム10と同様であるので、その説明は省略する。

#### 【0046】

なお、本実施形態の導電性フィルム11では、第2電極部17bを備える第2配線部16bは、ダミー電極部を有していないが、本発明はこれに限定されず、第2配線部16bにおいて、第1配線部16aの第1電極部17aに対応する位置に、第1電極部17aから所定間隔だけ離間して、第2電極部17bと電気的絶縁された状態下にある、金属細線14からなるダミー電極部を配置しても良い。

本実施形態の導電性フィルム11においても、上記第1配線部16aにダミー電極部26aを設け、また、第2配線部16bにこのようなダミー電極部を設けることにより、第1配線部16aの第1電極部17aと第2配線部16bの第2電極部17bの各メッシュ配線を対応して配置することができるので、透明基体12の一方（例えば、図7の上側又は下側）の面での金属細線による散乱を制御することができ、電極視認性を改善することができる。

#### 【0047】

図1及び図7に示す第1及び第2の実施形態の導電性フィルム10及び11では、透明基体12の上側及び下側の両側に、それぞれ配線部16（16a及び16b）が形成されているが、本発明はこれに限定されず、図8に示す本発明の第3の実施形態の導電性フィルム11Aのように、透明基体12の一方の面（図8中上側の面）に複数の金属細線14からなる配線部16を形成し、配線部16の略全面に、金属細線14を被覆するように、接着層18を介して保護層20を接着した導電性フィルム要素を2つ重ねる構造としても良い。

図8に示す本発明の第3の実施形態の導電性フィルム11Aは、図8中、下側の透明基体12bと、この透明基体12bの上側面に形成された複数の金属細線14からなる第2配線部16bと、第2配線部16b上に第2接着層18bを介して接着される第2保護層20bと、第2保護層20b上に、例えば接着剤等により接着されて配置される上側の透明基体12aと、この透明基体12aの上側面に形成された複数の金属細線14からなる第1配線部16aと、第1配線部16a上に接着層18aを介して接着される保護層20aとを有する。

ここで、第1配線部16a及び<sub>1</sub>又は第2配線部16bの金属細線14の少なくとも一方の全部又は一部は、図2に示す不規則性が付与された配線パターンである。

#### 【0048】

上述した本発明の第1、第2及び第3の実施形態の導電性フィルム10、11及び11Aは、例えば、図9に模式的に示す表示ユニット30（ディスプレイ）のタッチパネル（44：図10参照）に適用されるが、少なくとも1視点において、ディスプレイの発光強度に依存する各色の画素配列（BM）パターンの明度値に対してモアレ視認性の点で最適化された配線パターンを持つものである。なお、本発明では、ディスプレイの発光強度に依存する各色のBMパターンの明度値に対してモアレ視認性の点で最適化された配線パターンとは、少なくとも1視点において、ディスプレイの複数の副画素の各色の光を単独で

点灯した時にいずれにおいても、当該色のBMパターンに対してモアレが人間の視覚に知覚されない1又は2以上の1群の配線パターンを言う。即ち、最適化された配線パターンとは、複数色の光、例えば、RGB単体点灯時に、最もモアレが生じやすい色、例えば、最も高い明度値を持つ色のBMパターン、換言すれば、最悪値を取るBMパターンに対してモアレが人間の視覚に知覚されない1群の配線パターンを言う。なお、本発明では、最適化された2以上の1群の配線パターンにおいても、最も知覚されない配線パターンから知覚されにくい配線パターンまで序列を付けることができ、最もモアレが知覚されない1つの配線パターンを決定することもできる。

#### 【0049】

ここで、本発明において、配線パターンのモアレ視認性の最適化において、ディスプレイの発光強度に依存する各色のBMパターンの明度値を用いる理由は、例えば、導電性フィルムが図11(A)に示すような金属細線の線幅とピッチを持つ配線パターンであり、ディスプレイが、図11(A)に示すような1つの画素が1つの副画素によって代表されるBMパターンを持つ時、ディスプレイの1画素に対して考慮すると、配線パターンの透過率データは、図11(C)及び(E)に示すように、本発明においても、特許文献1のような従来技術においても、金属細線の線幅に相当する部分は、非透過であるため0、金属細線間は、透過するために1.0とることができ、いずれも2値化データとなり、全く同じとなる。しかし、ディスプレイのBMは非透過であるため0となるが、副画素(色フィルタ)は光が透過するが、その光の強度、例えば明度値は、図11(D)に示すように、ディスプレイの発光強度に依存して変化する。一方、特許文献1のような従来技術において対象とする、ディスプレイの副画素(色フィルタ)の配列パターン、即ちBMパターンの透過率データは、図11(F)に示すように、ディスプレイの副画素(色フィルタ)では透過で1.0、ディスプレイのBMでは不透過で0として取り扱うので、ディスプレイの発光強度が考慮されない。

#### 【0050】

一方、高解像度スマートフォンのように、発光強度が強ければ、視認されるモアレは強くなり、発光強度が弱ければ、視認されるモアレも弱くなるため、従来技術のように、透過率データのみでは、発光強度の異なるディスプレイに対して求まるモアレの評価指標、即ち定量値は、比較することができなくなり、モアレの視認性を正しく評価できなくなる。

このため、本発明においては、基準となるディスプレイの発光強度を基準として他のディスプレイの発光強度を評価して、規格化することにより、種々の発光強度の異なるディスプレイに適用可能な配線パターンのモアレ視認性の最適化を行うことができる。

#### 【0051】

次に、本発明で、複数色の各色が単独点灯されたBM(画素配列)パターンに対して、合成配線パターンとしてモアレ視認性の点で最適化された上で不規則性の付与(ランダム化)された配線パターンとは、上述のような最適化された菱形の配線パターンの菱形形状の角度に対して所定の不規則性を付与してランダム化したものとを言う。したがって、本発明において角度に対して不規則性が付与された配線(メッシュ)パターンは、隣接する複数の開口部の角度及びピッチ又は辺の長さが異なるランダムパターンとも言える。

なお、本発明において必須となる、ディスプレイの発光強度に依存する各色のBMパターンの明度値に対する配線パターンのモアレ視認性の最適化及び不規則性の付与については、後述する。

本発明の導電性フィルムは、基本的に以上のように構成される。

#### 【0052】

図9は、本発明の導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を模式的に表す概略説明図である。

図9にその一部を示すように、表示ユニット30には、複数の画素32がマトリクス状に配列されて所定の画素配列パターンが構成されている。1つの画素32は、3つの副画素(赤色副画素32r、緑色副画素32g及び青色副画素32b)が水平方向に配列され

て構成されている。1つの副画素は垂直方向に縦長とされた長方形形状とされている。画素32の水平方向の配列ピッチ（水平画素ピッチPh）と画素32の垂直方向の配列ピッチ（垂直画素ピッチPv）は略同じとされている。つまり、1つの画素32とこの1つの画素32を囲むブラックマトリクス（BM）34（パターン材）にて構成される形状（網掛けにて示す領域36を参照）は正方形となっている。また、1つの画素32のアスペクト比は1ではなく、水平方向（横）の長さ>垂直方向（縦）の長さとなっている。

#### 【0053】

図9から明らかなように、複数の画素32の各々の副画素32r、32g及び32bによって構成される画素配列パターンは、これらの副画素32r、32g及び32bをそれぞれ囲むBM34のBMパターン38によって規定され、表示ユニット30と導電性フィルム10又は11とを重畠した時に発生するモアレは、表示ユニット30のBM34のBMパターン38と導電性フィルム10、11又は11Aの配線パターン24との干渉によって発生するので、厳密には、BMパターン38は、画素配列パターンの反転パターンであるが、ここでは、同様のパターンを表すものとして扱う。

#### 【0054】

上記したBM34によって構成されるBMパターン38を有する表示ユニット30の表示パネル上に、例えば、導電性フィルム10、11又は11Aを配置する場合、導電性フィルム10、11又は11Aの配線パターン24（配線パターン24aと24bの合成配線パターン）は、配線パターン24aと24bとの少なくとも一方がランダム化されており、BM（画素配列）パターン38に対してモアレ視認性の点で最適化された上でランダム化されているので、画素32の配列周期と、導電性フィルム10、11又は11Aの金属細線14の配線配列との間における空間周波数の干渉が弱まり、モアレの発生が抑制され、モアレの視認性に優れたものとなる。以下では、導電性フィルム10を代表例として説明するが、導電性フィルム11及び11Aでも同様である。

なお、図9に示す表示ユニット30は、液晶パネル、プラズマパネル、有機ELパネル、無機ELパネル等の表示パネルで構成されても良く、その発光強度は、解像度に応じて異なるものであって良い。

#### 【0055】

本発明に適用可能なディスプレイのBMパターン及びその発光強度は、特に制限的ではなく、従来公知のいかなるディスプレイのBMパターン及びその発光強度であっても良いが、例えば、図12（A）及び（B）、並びに図13（A）、（B）及び（C）に示すような、OLED等のRGBの各色の周期や強度が異なるものであっても良いし、図9や図14（A）及び（B）に示すような同一形状のRGB副画素からなり、副画素内の強度ばらつきが大きいものや、副画素内の強度ばらつきが小さく、最も強度の高いG副画素（チャネル）だけ考慮すればよいものであっても良いし、特に、スマートフォンやタブレット等のような強度の高いディスプレイ等であっても良い。

#### 【0056】

図12（A）は、それぞれ本発明の導電性フィルムが適用される表示ユニットの画素配列パターンの一例を模式的に表す概略説明図及びその一部の部分拡大図である。

図12（A）に示すように、表示ユニット30には、複数の画素32がマトリクス状に配列されて所定の画素配列パターンが構成されている。図12（A）に示すように、1つの画素32は、3つの副画素（赤色副画素32r、緑色副画素32g及び青色副画素32b）が水平方向に配列されて構成されている。

本発明においては、表示ユニットの画素配列パターンが、1画素内の複数、図示例では3つの副画素の内の少なくとも2つの副画素が異なる形状を有しているか、1画素内の複数（3つ）の副画素の内の少なくとも2つについて各副画素の配列によって形成される副画素配列パターンの周期が異なるか、1画素内の複数（3つ）の副画素が1つの方向に一列に並んでいないか、3つの条件のいずれかを満たす必要がある。なお、本発明においては、副画素配列パターンの周期、すなわち、副画素（カラーフィルタ）の周期には、一画素内の副画素の周期も含まれる。

## 【0057】

図12(B)示す例においては、副画素32rは、図中y(垂直)方向に縦長とされた菱形形状とされて、正方形の画素32の図中左側に配置されており、副画素32gは、円形状とされて、画素32の図中右下側に配置されており、副画素32bは、矩形状(正方形形状)とされて、画素32の図中右上側に配置されている。図12(A)及び(B)に示す表示ユニット30は、その画素配列パターン38が1画素内の3つの副画素32r、32g及び32bの形が異なり、強度が異なる場合に相当し、かつ1画素内の複数(3つ)の副画素が1つの方向に一列をなさない場合に相当する。

図示例では、画素32の水平方向の配列ピッチ(水平画素ピッチPh)と画素32の垂直方向の配列ピッチ(垂直画素ピッチPv)は略同じとされており、画素ピッチPdで表すことができる。即ち、1つの画素32の3つの副画素32r、32g及び32bからなる領域と、これらの副画素32r、32g及び32bを囲むブラックマトリクス(BM)34(パターン材)にて構成される画素域領域36は正方形となっている。なお、画素領域36は、1つの画素32に対応するものであるので、以下では、画素域領域36を画素ともいう。

なお、画素ピッチPd(水平及び垂直画素ピッチPh、Pv)は、表示ユニット30の解像度に応じたピッチであれば、如何なるピッチでも良く、例えば、84μm~264μmの範囲内のピッチを挙げることができる。

## 【0058】

なお、図示例では、1つの画素内の副画素32r、32g、32bの形状は、それぞれ菱形、円形、正方形であるが、本発明はこれに限定されず、図9に示すような同じ形の3つの副画素が図中水平方向に一列に並んだ1つの画素32が図中水平方向及び垂直方向に繰り返され、副画素(カラーフィルタ)の周期及び強度がRGBの3つの副画素で全て同じになる画素配列パターン38を持つものであっても良い。

又は、図13(A)~(C)に示すピンタイル構造と呼ばれる開口形状の副画素(カラーフィルタ)32r、32g、32bであっても良く、これらの副画素32r、32g、32bからなる画素配列パターンを持つものであっても良い。

## 【0059】

図13(A)に示すように、画素32の3つの副画素32r、32g、32bの形が異なって(形状は長方形であるが、大きさが異なって)いても良い。この場合は、強度が異なる場合に相当する。なお、この場合には、副画素の周期は同一であると言える。

即ち、図13(A)に示す例では、このような形が異なる3つの副画素32r、32g、32bを1画素として画素配列パターン38aが形成され、3つの副画素32r、32g、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになる。

なお、本発明においては、副画素の形が異なるとは、副画素の形状が異なる場合のみならず、副画素の大きさが異なる場合も含まれるものと定義される。

## 【0060】

また、図13(B)に示すように、3つの副画素32r、32g、32bの形が同じであっても、副画素32gと、副画素32r、32bとの繰り返し周期(副画素配列パターンの周期)は異なっていても良い。この例では、副画素32gの周期は、副画素32r、32bの周期の半分である。なお、この場合には、副画素の強度は同一であると言える。

即ち、図13(B)に示す例では、2つの副画素32gと、副画素32r、32bとの4つの副画素を1画素32として画素配列パターン38bが形成され、副画素32r、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになるが、副画素32gの副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン38aの周期の半分となる。

## 【0061】

さらに、図13(C)に示すように、副画素32gと、副画素32r、32bとは、繰り返し周期(副画素パターンの周期)も、形(形状も大きさも)も異なっていても良い。

この場合は、副画素の周期も、強度も異なる場合に相当する。

即ち、図13(C)に示す例では、図13(C)に示す例と同様に、2つの副画素32gと、副画素32r、32bとの4つの副画素を1画素32として画素配列パターン38cが形成され、副画素32r、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになるが、副画素32gの副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン38aの周期の半分となる。

#### 【0062】

また、図14(A)は、RGB副画素内の強度ばらつきが大きい同一形状のRGB副画素からなる画素のBM構造を示し、図14(B)は、RGB副画素内の強度ばらつきが小さい同一形状のRGB副画素からなる画素のBM構造を示し、最も強度の高いG副画素だけ考慮すれば導電性フィルムの配線パターンの設計が可能なものである。

なお、本発明に用いることのできるディスプレイの2×2画素のBMの解像度及び形状を図15(A)～図15(F)に示す。図15(A)～図15(F)に示す各BMは、それぞれ、解像度及び形状のいずれかが異なるものである。図15(A)～図15(F)においては、Gチャネル(G副画素)のみが示され、Bチャネル(B副画素)及びRチャネル(R副画素)は示されていないが、その解像度及び形状は同一であるのは勿論である。

#### 【0063】

図15(A)は、No.1と称されるBMであり、解像度が149dpiで、図中中心で左側に折れ曲がった短冊形状の4つのG副画素を示す。

図15(B)及び(C)は、共に、解像度が265dpiであり、それぞれ、No.2と称されるBMであり、図中縦方向に並ぶ細い帯形状の4つのG副画素、及びNo.3と称されるBMであり、図中横方向に並ぶ平板形状の4つのG副画素を示す。

図15(D)は、No.4と称されるBMであり、解像度が326dpiで、図中縦方向に並ぶ長方形形状の4つのG副画素を示す。

図15(E)は、No.5と称されるBMであり、解像度が384dpiで、図中4角方向に並ぶ小長方形形状の4つのG副画素を示す。

図15(F)は、No.6と称されるBMであり、解像度が440dpiで、図中縦方向に並ぶ矩形形状の4つのG副画素を示す。

なお、図15(A)～図15(F)は、いずれも、基準となるディスプレイ、例えば、実施例で用いたディスプレイ LP101WX1(SL)(n3)(LGディスプレイ社製)における強度で規格化した時の強度が、同じ所定の強度であることを示す。

#### 【0064】

上述したRGBの副画素配列パターンを定義するBM34によって構成されるBMパターン38を有する表示ユニット30の表示パネル上に、例えば、導電性フィルム10、11又は11Aを配置する場合、その配線パターン24は、RGBの副画素配列パターンを含むBM(画素配列)パターン38の明度値に対してモアレ視認性の点で最適化され、更にランダム化されている。このため、表示ユニット30の画素32の配列周期や強度と、導電性フィルム10、11又は11Aの金属細線14の配線配列との間における空間周波数の干渉が殆どなく、モアレの発生が抑制されることになる。

ところで、モアレの最適化を行う際に用いられるディスプレイの画素配列パターンは、厳密には、複数色、例えばRGBの個々の副画素配列パターン、例えば、副画素の形状、繰り返し周波数等によって規定されるので、ディスプレイの解像度に対して副画素の解像度を正確に定義する必要があるが、本発明では、ディスプレイの画素配列パターンの光強度、例えば明度値(明度画像データ)を用いる必要があるので、強度・周波数の観点で言うと、どういう強度の副画素(单チャネルを示す)が、どういう配列をしているかが問題となるのみであるため、RGBを明確に分ける必要はない。したがって、ディスプレイに最適なランダム化メッシュパターンを設計するには、モアレの評価指標、即ち定量値を求める際に、RGB単体点灯時の最悪値を利用すればよい。

#### 【0065】

次に、本発明の導電性フィルムを組み込んだ表示装置について、図10を参照しながら

説明する。図10では、表示装置40として、本発明の第1の実施の形態に係る導電性フィルム10を組み込んだ投影型静電容量方式のタッチパネルを代表例に挙げて説明するが、本発明はこれに限定されることは言うまでもない。

図10に示すように、表示装置40は、カラー画像及び／又はモノクロ画像を表示可能な表示ユニット30（図9参照）と、入力面42（矢印Z1方向側）からの接触位置を検出するタッチパネル44と、表示ユニット30及びタッチパネル44を収容する筐体46とを有する。筐体46の一面（矢印Z1方向側）に設けられた大きな開口部を介して、ユーザは、タッチパネル44にアクセス可能である。

#### 【0066】

タッチパネル44は、上記した導電性フィルム10（図1及び図2参照）の他、導電性フィルム10の一面（矢印Z1方向側）に積層されたカバー部材48と、ケーブル50を介して導電性フィルム10に電気的に接続されたフレキシブル基板52と、フレキシブル基板52上に配置された検出制御部54とを備える。

表示ユニット30の一面（矢印Z1方向側）には、接着層56を介して、導電性フィルム10が接着されている。導電性フィルム10は、他方の主面側（第2配線部16b側）を表示ユニット30に対向させて、表示画面上に配置されている。

#### 【0067】

カバー部材48は、導電性フィルム10の一面を被覆することで、入力面42としての機能を発揮する。また、接触体58（例えば、指やスタイルスペン）による直接的な接触を防止することで、擦り傷の発生や、塵埃の付着等を抑止可能であり、導電性フィルム10の導電性を安定させることができる。

カバー部材48の材質は、例えば、ガラス、樹脂フィルムであってもよい。カバー部材48の一面（矢印Z2方向側）を酸化珪素等でコートした状態で、導電性フィルム10の一面（矢印Z1方向側）に密着させてもよい。また、擦れ等による損傷を防止するため、導電性フィルム10及びカバー部材48を貼り合わせて構成してもよい。

#### 【0068】

フレキシブル基板52は、可撓性を備える電子基板である。本図示例では、筐体46の側面内壁に固定されているが、配設位置は種々変更してもよい。検出制御部54は、導体である接触体58を入力面42に接触する（又は近づける）際、接触体58と導電性フィルム10との間での静電容量の変化を捉えて、その接触位置（又は近接位置）を検出する電子回路を構成する。

本発明の導電性フィルムが適用される表示装置は、基本的に以上のように構成される。

#### 【0069】

次に、本発明において、所定の強度（明度値）を持つ表示装置の画素配列（BM）パターンに対する導電性フィルムの配線パターンのモアレ視認性の最適化及びランダム化の手順について説明する。即ち、本発明の導電性フィルムにおいて、少なくとも1視点において、所定の強度の表示装置の所定の画素配列（BM）パターンに対してモアレが人間の視覚に知覚されないように最適化され、かつランダム化された配線パターンを評価して決定する手順について説明する。

図16は、本発明の導電性フィルムの評価方法の一例を示すフローチャートである。

#### 【0070】

本発明の導電性フィルムの配線パターンの評価方法は、まず、表示装置の表示ユニットの複数色（例えばRGB）の各色の単体点灯時のBM（画素配列）パターンの明度画像データと導電性フィルムの上側と下側の菱形の配線パターンの合成配線パターンの透過率データとの高速フーリエ変換（FFT）を用いた周波数解析により得られるモアレの周波数・強度から、表示ユニットの表示解像度に応じて規定されるモアレの最高周波数以下の周波数及び所定の強度を持つ各色についてのモアレ（周波数・強度）を選び出し、選び出された各色についてのそれぞれのモアレの周波数におけるモアレの強度に人間の視覚応答特性を観察距離に応じて作用させてそれぞれ各色のモアレの評価値を得、得られた複数のモアレの評価値からモアレの評価指標（定量値）を算出し、算出されたモアレの評価指標が

予め設定された条件を満たす合成配線パターンを構成する菱形の配線パターンを、モアレが視認されないように最適化された菱形の配線パターンとして評価し、最適化された菱形の配線パターンに対して、波線化によって所定範囲の不規則性が付与された波線化配線パターンとして決定するものである。この本発明法では、モアレの周波数 / 強度については一般的に FFT が利用されるが、利用方法によっては、対象物の周波数 / 強度が大きく変化するため、以下の手順を規定している。

なお、導電性フィルムの上側と下側の配線部 16a 及び 16b の一方が菱形の配線パターンを持つ複数の金属細線 14 で構成され、他方の配線部が ITO 等の菱形の配線パターンを持つ透明導電膜で構成されている場合には、両者の菱形の配線パターンの合成配線パターンの透過率画像データは、一方の複数の金属細線 14 で構成される菱形の配線パターンの透過率画像データで表すことができるが、以下では、この場合も、両者の菱形の配線パターンの合成配線パターンの透過率画像データとして扱う。

#### 【0071】

本発明では、まずは、1つの視点として、表示装置の表示ユニットの表示画面を正面から観察する場合を考慮すればよいが、本発明はこれに限定されず、少なくとも1つの視点から観察した場合のモアレの視認性を向上させることができるものであれば、いずれの視点から観察したものであっても良い。

もちろん、本発明においては、表示画面を正面から観察する場合（正面観察時）と、表示画面を斜めから観察する場合（斜め観察時）とを考慮するのが好ましい。

以下では、撮像は、RGB 3 色を副画素とする BM（画素配列）パターンを各色毎に単体で点灯して行うものとして説明する。

#### 【0072】

本発明法においては、手順 1 として、図 16 に示すように、まず、最初に、ステップ S 10 において、ディスプレイ BM データを作成する。

ここで、ステップ S 10 において行うディスプレイ BM データを作成する方法の詳細を図 17 に示す。

図 17 は、本発明の導電性フィルムの評価方法の内のディスプレイ BM データの作成方法の一例を示すフローチャートである。

図 17 に示すように、まず、ステップ S 30 において、マイクロスコープによるディスプレイの撮像を行う。即ち、ステップ S 30 において、RGB の各色毎に、表示装置の表示ユニットの表示画面（各色の副画素配列パターンの画像）を撮像する。

#### 【0073】

このステップ S 30 では、まず、表示装置 40 の表示ユニット 30 を RGB の各色毎に単独で点灯させる。この際、発光側（表示装置 40）の設定変更で行える範囲で明るさを最大にするのが好ましい。

次いで、RGB の各色それぞれの副画素点灯状態の下で副画素の画像の撮像を行う。例えば、図 9、図 12（B）及び図 13（A）～（C）に示すような表示ユニット 30 の画素配列パターン 38（38a～38c）の副画素（RGB カラーフィルタ）32r、32g、32b のそれぞれの透過光を、マイクロスコープを使って撮影する。撮像においては、マイクロスコープのホワイトバランスをマクベスチャートの白に合わせるのが好ましい。

対象とするディスプレイや、撮像に用いるマイクロスコープ、レンズ、カメラは、特に制限的ではないが、例えば、ディスプレイは、LPI101WX1（SL）（n3）（LG ディスプレイ社製）、マイクロスコープは、STM6（オリンパス社製）、レンズは、UMPI1anFI10x（オリンパス社製）、カメラは、QIC-F-CLR-12-C（QIMAGING 社製）を用いることができる。

#### 【0074】

本発明の実施例では、ディスプレイとして、LPI101WX1（SL）（n3）を用い、まず、G チャネルのみを最大（MAX）強度で点灯させ、マイクロスコープとしてオリンパス社製 STM6 を用い、対物レンズとして同社製の UMPI1anFI10x を用いて

撮像する。

この際、撮像条件は、例えば、露光時間が12ms、ゲインが1.0、ホワイトバランス(G、R、B)は、(1.00、2.17、1.12)とすることができます。なお、撮像画像は、シェーディング補正が行われているのが望ましい。

その結果、図18(A)に示すGチャネル副画素の1画素の画像を取得することができる。

#### 【0075】

ここで、本発明においては、特に制限的ではなく、どのようなディスプレイを基準として用いても良いが、ディスプレイの基準として、LP101WX1(SL)(n3)を用いるのが好ましい。

また、ディスプレイLP101WX1(SL)(n3)のBMパターンは、図15(A1)、(A2)に示すBMパターンを有する。なお、図15(A1)及び(A2)には、Gチャネルのみのパターンが示されているが、RBチャネルについても同様である。

RBチャネルの各副画素の1画素の画像も、Gチャネル副画素の1画素の画像と全く同様にして撮像することができる。

#### 【0076】

次に、撮像後、スペクトロメータ(小型ファイバ光学分光器)を用いて、各副画素画像の分光スペクトルの計測し、計測された分光スペクトルデータを用いて明度変換して、RGB明度画素情報(明度画像データ)を取得する。

例えば、以下のようにして、スペクトロメータを利用して、RGB副画素(BM)インプットデータを作成することができる。

1. まず、ステップS32において、明度の計測を行う。表示ユニット30のGチャネルの副画素を単色で点灯させ、スペクトロメータで計測する。その結果、G副画素について、例えば、図18(B)に示すような分光スペクトルデータを得ることができる。RB副画素についても、G副画素と全く同様にして分光スペクトルデータを得ることができる。

なお、明度の計測には、オーシャンオプティクス製スペクトロメータUSB2000+を用い、スペクトロメータのファイバの先端には拡散板(同社製CC-3-UV-S)を利用し、積分時間は250msとする。

#### 【0077】

2. 次に、ステップS34において、ステップS10で得られたマイクロスコープ撮像画像にマスクをかけて2値化を行い、撮像画像の画像データからマスク画像を作成する。マスク画像の作成方法は、Gチャネルの場合には、撮像画像データのGチャネルに対し、点灯BMの画素サイズでの平均値を算出し、その値を閾値として、マスクデータを求め、マスク画像を作成する。この閾値は、撮像画像1画素分の画像のGチャネルのみの平均値である。RBチャネルの場合も、Gチャネルの場合と同様にして撮像画像の画像データからマスク画像を作成する。

#### 【0078】

3. 続いて、得られたマスク画像に対して、解像度×マスク画像の値を持つ面積で規格化した明度データを与えて、インプットデータとする。

即ち、上記2.で得られたマスク画像の(0、1)マスクデータの1の箇所を、上記1.で得られたスペクトルデータに、図19に示すXYZ等色関数をかけたものの積分値で置き換える。例えば、G副画素のインプットデータを作成する際には、図18(B)に示すGの分光スペクトルデータGと図19に示すXYZ等色関数の明度Yの分光スペクトルデータYとの積( $G \times Y$ )を求め、B副画素のインプットデータを作成する際には、Bの分光スペクトルデータBと図19に示すXYZ等色関数の明度Yの分光スペクトルデータYとの積( $B \times Y$ )を求めればよい。同様にして、R副画素のインプットデータも作成すればよい。この際、算出された明度値(明度データ)Yは、スペクトロメータのセンサ内に含まれる画素数(解像度)と副画素の開口面積(マスク画像の値を持つ面積)に比例するので、画素数×開口面積、即ち解像度×マスク画像の値を持つ面積で規格化して与える

。これは、マクロな明度は、副画素を無限小の光源の集合と考えた場合、副画素の開口面積×センサに含まれる画素数とを考えることができるからである。

#### 【0079】

続いて、ステップS36において、マイクロスコープ画像の解像度と、必要なインプットデータ(12700dpi)は異なるため、ステップS34で得られたRGB副画素のインプットデータを、それぞれバイキューピック法で拡縮(縮小)し、ステップS38において、本実施例のディスプレイ明度が1.0となるように規格化して、図18(C)に示す2画素×2画素インプットデータとしてディスプレイBMデータ(規格化明度画像データ)を作成する。

こうして、ディスプレイBMデータを取得することができる。

こうして得られたディスプレイBMデータは、基準となるディスプレイの明度によって規格化された規格化明度画像データとなっているので、他のディスプレイと比較した際にも絶対値で比較することができる。

#### 【0080】

ところで、ディスプレイBMデータに対して2次元高速フーリエ変換(2DFFT(基底2))を行うに先立ち、2画素×2画素インプットデータを画像サイズ20000pix×20000pixに近くなる整数倍繰り返しコピーし、モアレ評価用インプットデータとしての規格化明度画像データを作成しておくのが好ましい。

なお、2画素×2画素インプットデータを作成することなく、ステップS34で得られたRGB副画素のインプットデータを、それぞれ、バイリニア補間で、高解像度である解像度12700dpiとし、画像サイズを109pix×(画素)×109pix×(画素)にバイキューピック法で変換しておいても良い。なお、撮像光学系の解像度が既知であれば、それに応じてこれらは算出可能である。

続いて、RGB各色毎に、画像サイズが109pix×109pix、解像度12700dpiの規格化明度画像を、画像サイズ20000pix×20000pixに近くなる整数倍(183回)繰り返しコピーし、モアレ評価用インプットデータとしての規格化明度画像データを作成しておいても良い。

#### 【0081】

なお、表示ユニット30のRGB副画素配列パターンを撮像してRGB明度画素情報を表すディスプレイBMデータ(規格化明度画像データ)を取得する方法は、上述したスペクトロメータを用いて、各副画素画像の分光スペクトルの計測し、計測された分光スペクトルデータを用いて明度変換する方法に限定されず、撮像画像データから、直接各色(RGB)の明度値に変換するようにしても良い。

例えば、撮像された各色の副画素配列パターンの画像の撮像画像データから、各色(RGB)の明度値に変換し、ディスプレイの明度=1.0を基準にしてRGBの明度データ(合計3種)を作成する。

撮像画像から明度値への変換は、赤の画像データをR、緑の画像データをG、青の画像データをBとし、明度値をYとする時、下記の変換式(2)を用いてY(明度値)を算出し、R、G、Bカラーフィルタ画像(明度比画像)を作成する。

$$Y = 0.300R + 0.590G + 0.110B \quad \dots \dots (2)$$

こうして得られたG副画素(カラーフィルタ)画像(明度比画像)の最大値を1.0( $=0.25 * 255$ )、即ち基準として、R、G、B副画素の明度画像を規格化することで、RGB副画素のそれぞれの規格化明度画像(画像データ)を作成することができる。

#### 【0082】

次に、手順2として、上側及び下側のメッシュ状配線パターン24a及び24bの合成メッシュパターンの画像(透過率画像データ)の作成を行う。なお、上述したように、一方の片側面がメッシュ状配線パターンであり、他方の片側面がITO等の透明導電膜による配線パターンである場合には、両者の合成メッシュパターンの画像は、片側面のメッシュ状配線パターンの画像となる。したがって、この場合には、透明導電膜による配線パターンの透過率画像データの値を全面的に0として、合成配線パターンの透過率画像データ

を作成する。

図16に示すように、ステップS12において、合成メッシュパターンの透過率画像データを作成する。即ち、上側及び下側のメッシュ状配線パターン24a及び24bとして、規則性のある菱形の配線パターン25b（金属細線14）（図3参照）の透過率画像データを作成して取得し、取得した透過率画像データをそれぞれ用いて、上側及び下側のメッシュ状配線パターン24a及び24bを重ね合わせた状態の合成配線（メッシュ）パターンの合成透過率データを作成する。なお、予め、合成メッシュパターン、メッシュ状配線パターン24a及び24bの透過率画像データの少なくとも1つが準備されている、若しくは蓄えられている場合には、準備された、若しくは蓄えられた中から取得するようにしても良い。

規則性のある菱形のメッシュパターン25bは、例えば、図3に示すように、配線となる金属細線14が水平線に対して所定角度、例えば、45°[deg]未満の角度傾いた菱形パターンである。

また、菱形のメッシュパターンの透過率画像データ、及び合成メッシュパターンの透過率画像データを作成する際に、その解像度を、例えば、25400dpiとし、透過率画像データのサイズを規定し、例えば、BMパターン38と同様に、画素サイズを20000pix×20000pixに近く、周期的に切り出すことができるサイズ（例えば、109pix×109pix）の整数倍とする。こうして、規定されたサイズで透過率画像データを作成することができる。

#### 【0083】

次に、手順3として、手順1（ステップS10）で作成した副画素の規格化明度画像データ及び手順2（ステップS12）で作成した合成メッシュパターンの透過率画像データのそれぞれに対して、2次元高速フーリエ変換（2DFFT（基底2））を行い、スペクトルピークの空間周波数、及びピークスペクトル強度を算出する。

即ち、図16に示すように、ステップS14において、まず、RGBの各色毎にBMパターン38の各色の副画素配列パターン（BMパターン）の明度画像データ及び合成メッシュパターンの透過率画像データのそれぞれに対して2DFFT（画像サイズは、20000pix×20000pix）を行い、フーリエスペクトルを算出する。ここでは、DC（直流）成分の強度が、画像の平均値になるように規格化しておくのが好ましい。

#### 【0084】

まず、ステップS10で得られたモアレ評価用明度画像データに対して2DFFTを行い、ピーク周波数、及びそのピーク強度を得る。ここでは、ピーク強度は、フーリエスペクトルの絶対値として取り扱う。

これをRGB各色について繰り返し行う。この際、モアレに寄与しない強度が小さいものも全て用いると、計算が煩雑になるばかりか、精度を正しく評価できなくなるおそれがあるので、強度で閾値を設けるのが好ましい。例えば、スペクトル強度の絶対値を常用対数で表した場合に -2.2 より大きい ( $\log_{10}$  (強度) > -2.2) ものだけを採用するのが好ましい。

こうして得られたG色の（副画素配列パターン）の明度画像データの2次元フーリエスペクトルの強度特性の一例を図20（A）に示す。

#### 【0085】

続いて、こうして作成された合成メッシュパターンの各透過率画像データに対して2DFFTを行い、合成メッシュパターンの各透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの複数のスペクトルピークのピーク周波数及びピーク強度を算出する。ここでは、ピーク強度は、絶対値として取り扱う。計算簡略化の為、例えば、強度の閾値は、スペクトル強度の絶対値を常用対数で表した場合に、-2.0 より大きいものだけを取り扱うのが好ましい。

こうして得られた合成メッシュパターンの各透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの強度特性の一例を図20（B）に示す。

なお、視点を変えた場合の合成メッシュパターンのメッシュの空間周波数及びその強度

、及びBMのスペクトル強度は正面のものとは異なる。合成メッシュパターンについては、例えば30°視点をずらすと、上側のメッシュパターンと下側のメッシュパターンとのズレ量は、基体厚み（例えば、PET：100μm）を考慮してずらせばよい。BMのスペクトル強度については、正面の強度と比べて、0.9倍にすればよい。

#### 【0086】

上述したように、図20(A)及び(B)は、それぞれBMパターン38のG色の(副画素配列パターン)の明度画像データ及び合成メッシュパターンの各透過率画像データの2次元フーリエスペクトルの強度特性を示す図である。

なお、図20(A)及び(B)において、白い部分は強度が高く、スペクトルピークを示しているので、図20(A)及び(B)に示す結果から、BMパターン38のRGB3色の副画素配列パターンに依存する各色点灯時のBMパターン38の明度データ及び合成メッシュパターンのそれについて、各スペクトルピークのピーク周波数及びピーク強度を算出する。即ち、図20(A)及び(B)にそれぞれ示すBMパターン38(各色の副画素配列パターン)の明度データ及び合成メッシュパターンの透過率データの2次元フーリエスペクトルの強度特性におけるスペクトルピークの周波数座標上の位置、即ちピーク位置がピーク周波数を表し、そのピーク位置における2次元フーリエスペクトルの強度がピーク強度となる。

#### 【0087】

ここでは、BMパターン38の各副画素配列パターン及び合成メッシュパターンの各スペクトルピークの周波数及び強度は、以下のようにして同様に算出されて取得される。以下では、纏めて説明する。なお、以下では、各色点灯時のBMパターン38(各色の副画素配列パターン)の明度データを、明度データで表されるものとして単にBMパターン38の各副画素配列パターンと言い、合成メッシュパターンの透過率画像データを、透過率画像データで表されるものとして単に合成メッシュパターンという。

まず、ピークの算出には、BMパターン38の各副画素配列パターン及び合成メッシュパターンの基本周波数から周波数ピークを求める。これは、2DFFT処理を行う明度画像データ及び透過率画像データは離散値であるため、ピーク周波数が、画像サイズの逆数に依存してしまうからである。周波数ピーク位置は、図21に示すように、独立した2次元基本周波数ベクトル成分aバー及びbバーを元に組み合わせて表すことができる。したがって、当然ながら、得られるピーク位置は格子状となる。

即ち、図22(A)に示すように、BMパターン38の各副画素配列パターン及び合成メッシュパターンのスペクトルピークの周波数座標 $f \times f_y$ 上の位置、即ちピーク位置は、パターンピッチの逆数( $1 / p$ ( $p$  i t c h))を格子間隔とする周波数座標 $f \times f_y$ 上の格子状点の位置として与えられる。

なお、図21は、G色点灯時のBMパターン38のG色の副画素配列パターンの場合の周波数ピーク位置を示すグラフであるが、合成メッシュパターンの場合も、同様にして求めることができる。

#### 【0088】

一方、ピーク強度の取得においては、上記のピーク周波数の取得においてピーク位置が求まるため、ピーク位置が持つ2次元フーリエスペクトルの強度(絶対値)を取得する。その際、デジタルデータをFFT処理しているので、ピーク位置が複数の画素(ピクセル)にまたがるケースがある。例えば、2次元フーリエスペクトルの強度(Sp)特性が、図23(A)に示す曲線(アナログ値)で表される時、デジタル処理された同じ2次元フーリエスペクトルの強度特性は、図23(B)に示す棒グラフ(デジタル値)で表されるが、図23(A)に示される2次元フーリエスペクトルの強度のピークPは、対応する図23(B)では、2つの画素にまたがることになる。

したがって、ピーク位置に存在する強度を取得する際には、図22(B)に示すように、ピーク位置周辺の複数の画素を含む領域内の複数の画素のスペクトル強度が上位から複数点、例えば、 $7 \times 7$ 画素の領域内の画素のスペクトル強度が上位から5点の強度(絶対値)の合計値をピーク強度とするのが好ましい。

ここで、得られたピーク強度は、画像面積（画像サイズ）で規格化するのが好ましい。例えば、上述した画像サイズで規格化しておくのが好ましい（パーセバルの定理）。

#### 【0089】

次に、手順4として、手順3（ステップS14）で得られたRGB各色の単体点灯時のBMパターン38の明度データのピーク周波数及びピーク強度と合成メッシュパターンのピーク周波数及びピーク強度からモアレの空間周波数及び強度の算出を行う。

即ち、図16に示すように、ステップS16において、ステップS14でそれぞれ算出したBMパターン38のRGB各色の副画素配列パターン及びメッシュパターンの両2次元フーリエスペクトルのピーク周波数及びピーク強度から各色についてそれぞれモアレの周波数及び強度を算出する。なお、ここでも、ピーク強度及びモアレの強度は、絶対値として取り扱う。

ここでは、RGB各色の副画素配列パターンのピーク周波数及びピーク強度とメッシュパターン24のピーク周波数及びピーク強度の畳み込み演算によってモアレの空間周波数及び強度を計算することができる。

#### 【0090】

実空間においては、モアレは、本来、導電性フィルム10の合成メッシュパターンと各色の単体点灯時のBMパターン38の副画素配列パターンとの画像データ（透過率画像データと明度画像データと）の掛け算によって起こるため、周波数空間においては、両者の畳み込み積分（コンボリューション）を行うことになる。しかしながら、ステップS14及び16において、BMパターン38の各色の副画素配列パターン及び合成メッシュパターンの両方の2次元フーリエスペクトルのピーク周波数及びピーク強度が算出されているので、RGBの中の1色の副画素配列パターンと合成メッシュパターンとの両者のそれぞれの周波数ピーク同士の差分（差の絶対値）を求め、求められた差分をモアレの周波数とし、両者の組み合わせた2組のベクトル強度の積を求め、求められた積をモアレの強度（絶対値）とすることができます。

これらのモアレの周波数及びモアレの強度は、RGBの各色毎に求められる。

#### 【0091】

ここで、図20（A）及び（B）にそれぞれ示すBMパターン38の各色の副画素配列パターンと合成メッシュパターンとのそれぞれ両者の2次元フーリエスペクトルの強度特性のそれぞれの周波数ピーク同士の差分は、各色について、両者の2次元フーリエスペクトルの強度特性を重ね合わせて得られる強度特性において、両者のそれぞれの周波数ピークの周波数座標上のピーク位置間の相対距離に相当する。

なお、BMパターン38の各色の副画素配列パターンと合成メッシュパターンとの両2次元フーリエスペクトルのスペクトルピークは、各色毎に、それぞれ複数存在するので、その相対距離の値である周波数ピーク同士の差分、即ちモアレの周波数も複数求められることになる。したがって、両2次元フーリエスペクトルのスペクトルピークが多数存在すると、求めるモアレの周波数も多数となり、求めるモアレの強度も多数となる。

#### 【0092】

しかしながら、求められたモアレの周波数におけるモアレの強度が弱い場合は、モアレが視認されないため、モアレの強度が弱いと見做せる所定値またはそれより大きいモアレ、例えば、強度が-4.5以上のモアレのみを扱うのが好ましい。

また、ここで、表示装置においては、ディスプレイ解像度が決まっているため、ディスプレイが表示できる最高の周波数はその解像度に対して決まる。このため、この最高の周波数より高い周波数を持つモアレは、このディスプレイで表示されないことになるので、本発明における評価の対象とする必要はない。従って、ディスプレイ解像度に合わせてモアレの最高周波数を規定することができる。ここで、本発明において考慮すべきモアレの最高周波数は、ディスプレイの画素配列パターンの画素ピッチをPd(μm)とする時、 $1000 / Pd (cycles/mm)$ とすることができる。

以上から、本発明では、両2次元フーリエスペクトルのスペクトルピークから求められたモアレの周波数及び強度の中で、本発明における評価（定量化）の対象とするモアレは

、モアレの周波数が、対象となるディスプレイ解像度（例えば、本実施例のものでは、151 d p i）に応じて規定されるモアレの最高周波数1000 / Pd以下の周波数を持つモアレであって、モアレの強度が-4.5以上のモアレである。本発明において、モアレの強度が-4.5以上のモアレを対象とする理由は、強度が-4.5未満のモアレも多数発生し、合算値をとると本来見えないモアレまで点数付けすることになるからである。このため、本発明においては、経験的な視認限界より-4.5以上という閾値を設けている。

#### 【0093】

次に、手順5として、手順4（ステップS16）で算出したRGB各色の副画素毎のモアレの周波数及び強度を用いて、モアレの定量化を行い、モアレの評価指標となる定量値を求める。

即ち、図16に示すように、ステップS18において、ステップS16で残ったモアレ評価用スペクトルピークに対して視覚伝達関数（VTF；Visual Transfer Function）を畳み込み、定量化する。

なお、モアレの定量化に先立ち、両2次元フーリエスペクトルのスペクトルピークが多数存在すると、求めるモアレの周波数も多数となり、計算処理に時間がかかることになる。このような場合は、予め両第2次元フーリエスペクトルのスペクトルピークにおいて、それぞれピーク強度が弱いものを除いて、ある程度強いものののみを選定しておいてよい。その場合は、選定されたピーク同士の差分のみを求める事になるので、計算時間を短縮することができる。

#### 【0094】

例えば、対象として、モアレスペクトルに観察距離400mmとして視覚伝達関数（VTF；Visual Transfer Function）（VTFが最大値をとる周波数より小さい低周波数領域ではVTFを1.0とする。但し、0周波数成分は0とする）を畳み込んだ後、-3.8以上のものののみを取り扱うことができる。

ここで、人の目に見えるモアレのみを抽出するために、システム内での散乱の効果を踏まえて、観察距離400mm相当のVTFを代用している。

こうして残ったスペクトルピークをモアレ評価用スペクトルピークとすることができる。この際、スペクトル強度は、常用対数で-3.8以上のピークのみを用いることが好ましい。これにより、知覚されるモアレを抽出することが可能となる。

#### 【0095】

こうして求められたモアレ周波数及びモアレの強度を、図24に示す。図24は、図15（A）に示す画素配列パターンと図1及び図2に示す配線パターンとの干渉によって発生するモアレの周波数及びモアレの強度を模式的に表わす概略説明図であり、図20（A）及び（B）に示す2次元フーリエスペクトルの強度特性の畳み込み積分の結果ということもできる。

図24においては、モアレの周波数は、縦横軸の位置によって表され、モアレの強度は、グレー（無彩色）濃淡で表され、色が濃いほど小さく、色が薄い、即ち白いほど大きくなることを示している。

#### 【0096】

モアレの定量化においては、具体的には、ステップS18において、ステップS16で得られたRGB各色の副画素毎のモアレの周波数及び強度（絶対値）に、それぞれ下記式（1）で示す人間の視覚応答特性の一例を表す観察距離750mm相当の人間の視覚応答特性（VTF）を作用させて、即ち畳み込み積分を行い、各色毎の複数のモアレの評価値を算出する。ここで、モアレの点数付けのために、観察距離750mm相当のVTFを代用している。

$$VTF = 5.05 e^{-0.138k} (1 - e^{0.1k}) \quad \dots (1)$$

$$k = du / 180$$

ここで、kは、立体角で定義される空間周波数（cycle / deg）であり、上記式（1）で表され、uは、長さで定義される空間周波数（cycle / mm）であり、dは

、観察距離( mm )で定義される。

上記式(1)で示される視覚伝達関数は、D o o l e y - S h a w 関数と呼ばれるもので、参考文献(R.P.Dooley, R.Shaw: Noise Perception in Electrophotography, J.Appl.Phottogr.Eng., 5, 4 (1979), pp.190-196.)の記載を参照することにより求めることができる。

#### 【0097】

こうして、RGBの各色毎に、強度の常用対数をとったモアレの評価値を求めることができる。

ここで、RGBの各色毎に、上述したステップS10～S18を繰り返して、RGBのモアレの評価値を求めても良いが、上述したステップS10～S18の各ステップにおいて、RGBの各色の演算を行っても良い。

こうして得られたRGBのモアレの評価値の中の最悪値、即ち最大値をモアレの評価指標(定量値)とする。モアレの評価指標の値も、常用対数で表され、モアレの評価指標の常用対数での値(常用対数値)として求められる。なお、最悪値の算出に伴い、評価画像もRGB表示で合せて評価するのが好ましい。

なお、モアレの評価指標であるモアレの定量値は、従来通りのモアレ、及びノイズを定量化したものと言える。本発明では、ノイズは、モアレがたくさんある状態として定義することができる。したがって、本発明では、単一周波数にピークがあれば、モアレと判断し、単一周波数付近に複数のピークがあれば、ノイズと判断することができる。

#### 【0098】

以上のモアレの評価指標は、ディスプレイ40の表示ユニット30の表示画面に積層された導電性フィルム10を表示画面の正面から観察する場合のものであるが、本発明はこれに限定されず、正面に対し、斜めから観察する場合のモアレの評価指標を求めても良い。

なお、斜めから観察する場合のモアレの評価指標を求める場合には、斜め観察時のディスプレイ40のRGBの強度を、正面観察時の明度の90%で計算し、ステップS14に戻り、再度、各色のフーリエスペクトルのピーク周波数・強度を算出する。この後、ステップS16～S18を同様に繰り返し、斜め観察時のモアレの評価指標を算出する。

こうして、正面観察時及び斜め観察時のモアレの評価指標が算出されると、正面観察時及び斜め観察時のモアレの評価指標の内の大きい値(最悪値)がモアレの評価に供されるモアレの評価指標として算出される。

なお、正面観察時及び斜め観察時の方しか行わない場合には、正面観察時又は斜め観察時のモアレの評価指標がそのままモアレの評価に供されるモアレの評価指標となる。

#### 【0099】

次に、手順6として、手順5(ステップS24)で算出されたモアレの評価指標(定量値:最悪値)に基づいて配線パターンの評価を行う。

即ち、図16に示すように、ステップS20において、ステップS18で求めた当該合成メッシュパターンのモアレの評価指標の常用対数値が、所定の評価閾値以下であれば、当該合成メッシュパターンを構成する各菱形のメッシュパターンは、本発明の導電性フィルム10に適用するのに最適化された菱形のメッシュパターンであると評価し、図3に示す最適化された菱形のメッシュパターン25bとして設定する。

なお、モアレの評価指標の値を、常用対数で、所定の評価閾値以下に限定する理由は、所定の評価閾値より大きいと、最適化された菱形のメッシュパターン25bを波線化して所定閾値以下のランダム性を付与した図2に示すランダムメッシュパターン25aを配線パターンとして用いた時、重畠された配線パターンとBMパターンの各副画素配列パターンとの干渉によって生じたモアレがあると視認され、視認されたモアレが目視するユーザにとって劣化が認められ僅かでも気になるものとなるからである。モアレの評価指標の値が、所定の評価閾値以下では、劣化が認められても気にならないからである。

#### 【0100】

ここで、所定の評価閾値は、導電性フィルム及び表示装置の性状に応じて、具体的には

、メッシュパターン25bの金属細線14の線幅や、開口部22の形状やそのサイズ(ピッチ等)や角度や、2つの配線層の配線パターンの位相角(回転角、ズレ角)等、及びBMパターン38の形状やそのサイズ(ピッチ等)や配置角度等に応じて適宜設定されるものであるが、例えば、常用対数で-3.00(真数で10<sup>-3.00</sup>)以下であるのが好ましい。即ち、モアレの評価指標は、その値が、例えば、常用対数で-3.00(真数で10<sup>-3.00</sup>)以下であるのが好ましい。

#### 【0101】

なお、詳しくは後述するが、規則性のある菱形の様々なメッシュパターン25bの重ね合わせによって構成される多数の合成メッシュパターンについて、シミュレーションサンプル及び実サンプルでモアレの評価指標を求め、その後、少なくとも一方のメッシュパターン25bに対して波線化して所定閾値以下のランダム性を付与したメッシュパターン25aを用いてランダム性が付与された合成メッシュパターンを構成し、3名の官能評価者が、ランダム性が付与された合成メッシュパターンとBMパターンのRGB3色の各色の副画素配列パターンとの干渉によるモアレの目視による官能評価を行ったところ、モアレの評価指標が、常用対数で-3.00以下であれば、ディスプレイが点灯された状態で、重畠された合成メッシュパターンとBMパターンのRGB3色の各色の副画素配列パターンとの干渉によって生じるモアレの視認性に対して、劣化が僅かに認められるが、気にならないレベル以上のレベルだからである。

#### 【0102】

したがって、本発明において最適化された合成メッシュパターン及び構成要素となる菱形のメッシュパターン25bでは、モアレの評価指標を、好ましい範囲として、常用対数で-3.00(真数で10<sup>-3.00</sup>)以下に特定する。

もちろん、メッシュパターン25bの金属細線14の線幅や、開口部22の形状やそのサイズ(ピッチや角度)や、2つの配線層のメッシュパターン25bの位相角(回転角、ズレ角)等に応じて、複数の最適化されたメッシュパターン25bが得られるが、モアレの評価指標の常用対数値が小さいものが最良のメッシュパターン25bとなり、複数の最適化されたメッシュパターン25bには序列を付けることもできる。

#### 【0103】

次に、手順7として、手順6(ステップS20)で設定された菱形の最適化メッシュパターンに不規則性の付与を行う。

図16に示すように、ステップS22において、ステップS20で設定された、例えば図3に示す菱形の最適化メッシュ(配線)パターン25bの菱形形状の角度に対して、所定範囲の不規則性を付与して得られた、図2に示す配線パターン25aを、本発明の導電性フィルムの配線パターンとして決定し評価する。

#### 【0104】

ここで、ステップS22における所定の不規則性の付与は、以下のようにして行うことができる。

まず、図3に示す最適化配線パターン25bにおいて、金属細線14を所定振幅A<sub>0</sub>、所定波長λ、及び所定位相φの波線の形状に変形させることにより、所定の不規則性を付与して、図2に示すランダム性が付与された波線化配線パターン25aを得ることができる。

この時、図2に示す波線化配線パターン25aを構成する金属細線14の波線の中心線は、図3に示す最適化配線パターン25bの金属細線14の直線と一致する。したがって、波線化配線パターン25aの波線の中心線によって形成される開口部(セル)は、図3に示す最適化配線パターン25bの菱形形状の開口部22cと一致するので、波線化配線パターン25aの開口部22は、菱形形状の開口部22cの各辺を波線化したものということができる。

#### 【0105】

なお、本発明においては、不規則性は、菱形の最適化配線パターン25bの開口部22cの菱形形状、即ち、不規則性が付与される前の菱形形状のピッチに対する、不規則性が

付与された波線化配線パターン25aの波線の振幅 $A_0$ 、波長 $\lambda$ 、及び位相 $\phi$ の割合(%)で定義される。

本発明においては、上記で定義される不規則性の所定の限定範囲は、波線の振幅 $A_0$ が菱形の最適化配線パターン25bの菱形のピッチの2.0%以上20%以下であるのが好ましい。

ここで、不規則性を上記所定の限定範囲に限定する理由は、この限定範囲内であれば、モアレの発生が更に抑止され、モアレの視認性に更に優れたものとすることができます、重畳するBMパターンが少し変化した場合であっても、モアレの発生を抑止することができ、モアレの視認性に優れた性能を維持することができるが、この限定範囲を外れると、不規則性の付与による上記効果を得ることができなくなるからである。

ステップS20における所定の不規則性の付与は、以上のように行うことができる。

#### 【0106】

こうして、本発明の導電性フィルムの配線パターンの決定方法は、終了し、本発明の導電性フィルムの配線パターンとして評価し、決定することができる。

その結果、点灯状態の表示装置の表示ユニットのBMパターンに重畳してもモアレの発生が抑止され、異なる解像度の表示装置に対しても、また、観察距離によらず、モアレの視認性に優れた、最適化された上で不規則性が付与された配線パターンを持つ本発明の導電性フィルムを作製することができる。

本発明においては、所定のBMパターンに対して最適化した最適化配線パターンに、更に、上述した所定範囲内で不規則性を付与するので、モアレの発生が更に抑止され、モアレの視認性に更に優れたものとすることができます、重畳するBMパターンが少し変化した場合であっても、モアレの発生を抑止することができ、モアレの視認性に優れた性能を維持することができる。

#### 【0107】

以上に、本発明に係る導電性フィルム、それを備える表示装置及び導電性フィルムのパターンの評価方法について種々の実施形態及び実施例を挙げて説明したが、本発明は、上述の実施形態及び実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しないかぎり、種々の改良や設計の変更を行っても良いことはもちろんである。

#### 【実施例】

#### 【0108】

#### (実施例)

以下に、本発明を実施例に基づいて具体的に説明する。

本実施例においては、図16及び図17に示す本発明の導電性フィルムの評価方法のフローに従って、上述のようにして、以下のように実験を行った。

図15(A)～(F)に示すG副画素配列パターンで代表的に表される、異なる副画素形状、及び解像度のNo.1～No.6のBM構造を持ち、異なる発光強度で発光するディスプレイの画素配列(BM)パターン38に対して、不規則性を付与する前において、図3に示す菱形パターン形状を持ち、開口部の形状及びサイズ(ピッチ $p$ 及び角度 $\theta$ )が異なり、金属細線(メッシュ)の線幅の異なる多数のメッシュパターン25bについて、シミュレーションサンプルで、その合成メッシュパターンと各色のBMパターンとを重畳し、モアレの評価指標であるモアレの定量値を求めた。ここで、発光強度は、後述する特定のディスプレイで規格化された強度の1.0倍、1.5倍、及び2.0倍とした。

こうしてモアレの評価指標が求められたメッシュパターン25bに対して、金属細線14を異なる振幅 $A_0$ 、波長 $\lambda$ 、及び位相 $\phi$ を持つ波線に変化させることによって異なるランダム性が付与された多数の波線化メッシュパターン25aからなる波線化後の合成メッシュパターンと各色のBMパターンとを重畳し、3名の官能評価者が、モアレのシミュレーション画像において重畳された両者の干渉によって生じるモアレを目視で官能評価した。

#### 【0109】

ここで、モアレの評価は、図16に示すように、ステップS14で用いた画素配列(B

M) パターンの各色の副画素配列パターンの明度画像データ上に波線化後の合成メッシュパターンの透過率データを重畠して、明度画像上に透過率画像が重畠されたモアレのシミュレーション画像を作成してディスプレイに表示し、表示されたシミュレーション画像を3名の官能評価者が目視して官能評価を行った。

ディスプレイのBM構造(No.1～No.6の6種)、及びディスプレイの発光強度(規格化強度の1.0倍、1.5倍及び2.0倍の3種)、メッシュパターンのメッシュ及び角度(組み合わせ3種)、及びメッシュパターンの線幅(3種)金属配線の波線の位相(3種)、波長(3種)、及び振幅(7種)の異なる24の組み合わせによる実験を実験番号No.1～No.24とした。この実験番号No.1～No.24についての以上の結果を表1に示す。

#### 【0110】

ここで、官能評価結果は、画質(モアレの視認性)の劣化尺度を表わす1～5の5段階で行い、モアレの視認性の劣化が認められ、非常に気になる場合は、1と評価し、モアレの視認性の劣化が認められ、気になる場合は、2と評価し、モアレの視認性の劣化が認められ、僅かに気になる場合は、3と評価し、モアレの視認性の劣化が認められるが、気にならない場合は、4と評価し、モアレの視認性の劣化が認められない場合は、5と評価した。

本発明においては、モアレの視認性としては、評価4以上であれば合格であるが、評価5であるのが好ましい。

#### 【0111】

本実施例においては、定型メッシュパターン25bの開口部22cの菱形形状、したがって、波線化メッシュパターン25aの開口部22の4辺の波線の各中心線が形成する菱形形状については、ピッチpを120μmと、150μmと、180μmとに変化させ、角度は30°と、35°と、40°とに変化させた。

また、定型メッシュパターン25b、したがって、波線化メッシュパターン25aの線幅は、2μmと、3μmと、4μmとに変化させた。

ランダム性は、波線の位相を100μmと、300μmと、500μmとに変化させ、波線の波長を100μmと、300μmと、500μmとに変化させ、波線の振幅を、定型メッシュパターン25bの菱形形状、したがって、波線化メッシュパターン25aの波線の中心線の菱形形状のピッチpに対して10%と、20%と、30%とに変化させた。更に、ランダム性は、波線の位相及び波長を100μmに固定し、波線の振幅のみを、ピッチpに対して0%(ランダム性付与無し)と、2.0%と、4.0%と、6.0%と、8.0%と、10.0%とにも変化させた。

#### 【0112】

なお、ディスプレイの解像度は、図15(A)～(F)に示すNo.1～No.6の6種のBMパターンでは、それぞれ、149dpi、265dpi, 265dpi, 326dpi, 384dpi, 及び440dpiであった。

また、ディスプレイの発光強度は、ディスプレイ LP101WX1(SL)(n3)(LGディスプレイ社製)で規格化された強度の1.0倍と、1.5倍と、2.0倍とに変化させた。

#### 【0113】

なお、画素配列(BM)パターン38の各色の副画素配列パターンの撮像においては、ディスプレイ LP101WX1(SL)(n3)(LGディスプレイ社製)を、GチャネルのみをMAX強度で点灯させ、マイクロスコープとしてSTM6(Olympus社製)、レンズとしてUMP1anFI10x(Olympus社製)、カメラとしてQIC-F-CLR-12-C(Linkam Scientific Instruments社製)を用いて撮像した。この際、撮像条件は、ゲイン1.0、ホワイトバランス(G、R、B)は(1.00、2.17、1.12)とした。また、撮像画像は、シェーディングを行った。

明度の計測には、オーシャンオプティクス製USB2000+、ファイバの先端には拡散板(同社製CC-3-UV-S)を利用し、積分時間は250msとした。

モアレの評価指標の算出は、図16に示す方法で、上述のように行つた。

### 【0114】

#### 【表1】

表1

実験番号 (No.)	因子列						モアレ定量値	官能評価結果			
	BM		メッシュパターン		波線(%)						
	BM構造番号 (No.)	BM強度	メッシュ/角度 ( $\mu\text{m}^{\circ}$ )	線幅 ( $\mu\text{m}$ )	位相	波長	振幅				
1	No1	1	120/40	2	500	500	10	-2.34	2	比較例	
2	No1	1.5	150/35	3	300	300	20	-2.39	2	比較例	
3	No1	2	180/30	4	100	100	30	-2.47	1	比較例	
4	No2	1	120/40	3	300	100	30	-4.28	3	比較例	
5	No2	1.5	150/35	4	100	500	10	-3.54	4	実施例	
6	No2	2	180/30	2	500	300	20	-3.16	4	実施例	
7	No3	1	150/35	2	100	300	30	-3.98	2	比較例	
8	No3	1.5	180/30	3	500	100	10	-2.99	3	比較例	
9	No3	2	120/40	4	300	500	20	-2.88	3	比較例	
10	No4	1	180/30	4	300	300	10	-3.34	4	実施例	
11	No4	1.5	120/40	2	100	100	20	-3.08	4	実施例	
12	No4	2	150/35	3	500	500	30	-2.98	3	比較例	
13	No5	1	150/35	4	500	100	20	-4.44	4	実施例	
14	No5	1.5	180/30	2	300	500	30	-3.92	3	比較例	
15	No5	2	120/40	3	100	300	10	-2.99	2	比較例	
16	No6	1	180/30	3	100	500	20	-3.68	4	実施例	
17	No6	1.5	120/40	4	500	300	30	-2.53	1	比較例	
18	No6	2	150/35	2	300	100	10	-4.33	4	実施例	
19	No4	1.5	120/40	2	100	100	0	-3.08	3	比較例	
20	No4	1.5	120/40	2	100	100	2	-3.08	4	実施例	
21	No4	1.5	120/40	2	100	100	4	-3.08	4	実施例	
22	No4	1.5	120/40	2	100	100	6	-3.08	4	実施例	
23	No4	1.5	120/40	2	100	100	8	-3.08	4	実施例	
24	No4	1.5	120/40	2	100	100	10	-3.08	4	実施例	

### 【0115】

なお、表1から明らかなように、実験No.5、6、10、11、13、16、18及び20～24は、モアレの定量値が-3.00以下、かつ振幅が2.0%以上20%以下である本発明例であり、劣化尺度としての官能評価結果が4を示し、モアレの視認性が良好であることが分かる。

一方、実験No.1～4、7～9、12、14、15、17及び19は、モアレの定量値が-3.00超、かつ/又は振幅が2.0%未満又は20%超である比較例であり、劣化尺度としての官能評価結果が3以下を示し、モアレの視認性が悪く、劣化が認められ、気になるモアレが視認されることが分かる。

以上から、本実施例においては、官能評価結果が5を示すケースは存在しなかったが、劣化尺度が4以上となり、画質が許容レベルとなるケースは、モアレの定量値が、-3.00以下、かつ振幅が2.0%以上20%以下であることが分かる。これらの条件を満たすことが、画質改善のための条件であることが分かる。

### 【0116】

上記のモアレの定量値（評価指標）が、上記範囲を満足する菱形の合成配線パターンをランダム化した波線化合成配線パターンを持つ本発明の導電性フィルムは、ディスプレイのBMパターンの周期や強度やディスプレイの発光強度等が異なっていても、また、正面観察時でも、斜め観察時でも、モアレの発生を抑止でき、視認性を大幅に向上させることができる。

以上から、本発明の効果は明らかである。

### 【0117】

なお、本発明では、上述した実施例のように、予め、種々のパターン形状の配線パターンを準備しておいて、本発明の評価方法によって最適化された合成配線パターンを構成する上側及び下側の配線パターンの少なくとも一方の全部または一部にランダム化された配線パターンを含む配線パターンを持つ導電性フィルムを決定することができるが、1つの配線パターンのモアレの評価指標が、所定値未満である場合には、配線パターンの透過率画像データを新たな配線パターンの透過率画像データに更新して、新たな合成配線パターンの透過率画像データを作成し、上述した本発明の評価方法を適用してモアレの定量値（

評価指標)を求めるこ<sup>ト</sup>を繰り返して、最適化された配線パターンを持つ導電性フィルムを決定することもできる。

ここで、更新される新たな配線パターンは、予め準備されたものであっても、新たに作成されたものであっても良い。なお、新たに作成され場合には、配線パターンの透過率画像データの回転角度、ピッチ、パターン幅のいずれか1つ以上を変化させても良いし、配線パターンの開口部の形状やサイズを変更するようにしても良い。なお、本発明では、合成配線パターンの少なくとも一方の少なくとも一部にランダム性を持たせる必要があるのは、もちろんである。

#### 【符号の説明】

##### 【0118】

- 10、11、11A 導電性フィルム
- 12 透明支持体
- 14 金属製の細線(金属細線)
- 16、16a、16b 配線部
- 18、18a、18b 接着層
- 20、20a、20b 保護層
- 21 メッシュ状配線
- 22 開口部
- 24 合成配線パターン
  - 24a 第1(上側)の配線パターン
  - 24b 第2(下側)の配線パターン
  - 25a 不規則性が付与された波線化配線パターン
  - 25b 規則的な菱形の定型配線パターン
- 26 ダミー電極部
- 28、28a、28b 配線層
- 30 表示ユニット
- 32、32r、32g、32b 画素
- 34 ブラックマトリクス(BM)
- 38 BMパターン
- 40 表示装置
- 44 タッチパネル

#### 【手続補正2】

##### 【補正対象書類名】特許請求の範囲

##### 【補正対象項目名】請求項15

##### 【補正方法】変更

##### 【補正の内容】

##### 【請求項15】

前記2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、電極部と非電極部とを備え、前記電極部及び前記非電極部の一方の前記複数の金属細線は、前記波線化配線パターンを構成するものであり、かつ

前記電極部及び前記非電極部の他方の前記複数の金属細線は、前記モアレの評価指標が前記評価閾値以下となる規則性のある多角形の配線パターンを構成するものである請求項1~12のいずれか1項に記載の導電性フィルム。